

# NOTE TO USERS

This reproduction is the best copy available.

**UMI**<sup>®</sup>



UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

MODÉLISATION ET ÉTUDE D'APPROCHES COLLABORATIVES DANS LES  
RÉSEAUX DE CRÉATION DE VALEUR DE L'INDUSTRIE DES PAPIERS FINS

NADIA LEHOUX

DÉPARTEMENT DE MATHÉMATIQUES ET DE GÉNIE INDUSTRIEL  
ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

THÈSE PRÉSENTÉE EN VUE DE L'OBTENTION  
DU DÎPLOME DE PHILOSOPHIAE DOCTOR (Ph. D.)  
(GÉNIE INDUSTRIEL)  
DÉCEMBRE 2008

© Nadia LEHOUX, 2008.



Library and  
Archives Canada

Bibliothèque et  
Archives Canada

Published Heritage  
Branch

Direction du  
Patrimoine de l'édition

395 Wellington Street  
Ottawa ON K1A 0N4  
Canada

395, rue Wellington  
Ottawa ON K1A 0N4  
Canada

*Your file    Votre référence*

*ISBN: 978-0-494-47723-6*

*Our file    Notre référence*

*ISBN: 978-0-494-47723-6*

#### NOTICE:

The author has granted a non-exclusive license allowing Library and Archives Canada to reproduce, publish, archive, preserve, conserve, communicate to the public by telecommunication or on the Internet, loan, distribute and sell theses worldwide, for commercial or non-commercial purposes, in microform, paper, electronic and/or any other formats.

The author retains copyright ownership and moral rights in this thesis. Neither the thesis nor substantial extracts from it may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.

#### AVIS:

L'auteur a accordé une licence non exclusive permettant à la Bibliothèque et Archives Canada de reproduire, publier, archiver, sauvegarder, conserver, transmettre au public par télécommunication ou par l'Internet, prêter, distribuer et vendre des thèses partout dans le monde, à des fins commerciales ou autres, sur support microforme, papier, électronique et/ou autres formats.

L'auteur conserve la propriété du droit d'auteur et des droits moraux qui protègent cette thèse. Ni la thèse ni des extraits substantiels de celle-ci ne doivent être imprimés ou autrement reproduits sans son autorisation.

---

In compliance with the Canadian Privacy Act some supporting forms may have been removed from this thesis.

Conformément à la loi canadienne sur la protection de la vie privée, quelques formulaires secondaires ont été enlevés de cette thèse.

While these forms may be included in the document page count, their removal does not represent any loss of content from the thesis.

Bien que ces formulaires aient inclus dans la pagination, il n'y aura aucun contenu manquant.

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

Cette thèse intitulée :

MODÉLISATION ET ÉTUDE D'APPROCHES COLLABORATIVES DANS LES  
RÉSEAUX DE CRÉATION DE VALEUR DE L'INDUSTRIE DES PAPIERS FINS

présentée par : LEHOUX Nadia

en vue de l'obtention du diplôme de : Philosophiæ Doctor

a été dûment acceptée par le jury d'examen constitué de :

M. BAPTISTE Pierre, ing., Doct., président

M. LANGEVIN André, Ph. D., membre et directeur de recherche

Mme D'AMOURS Sophie, Ph. D., membre et codirectrice de recherche

M. FRAYRET Jean-Marc, Ph. D., membre

M. BEL Gérard, Ph. D., membre externe

## REMERCIEMENTS<sup>1</sup>

Je tiens tout d'abord à remercier sincèrement mes directeurs de thèse, les professeurs Sophie D'Amours et André Langevin, pour leur soutien inconditionnel et leur très grande disponibilité. Ils ont toujours su m'orienter, m'encourager et me pousser à aller de l'avant, ce qui a contribué à rendre la recherche grandement stimulante. Sans leur appui et leur dévouement, un tel travail n'aurait pu être complété. Je les remercie donc d'avoir été des directeurs exemplaires.

Je tiens également à remercier le Consortium de recherche Forac ainsi que l'entreprise partenaire pour m'avoir permis de réaliser une étude de cas pratique. Grâce à l'appui financier du Consortium et aux informations et données de l'entreprise partenaire, les travaux ont pu couvrir à la fois l'aspect théorique et pratique des collaborations, ce qui a conduit à une recherche très complète. Toutes les réunions et discussions avec le personnel de la compagnie, et plus particulièrement avec Monsieur Yves Bédard, ont permis de modéliser une situation réelle et d'analyser des problématiques concrètes. Alors un très grand merci à tous.

Je tiens finalement à remercier mon conjoint qui, à coup sûr, a été le meilleur support moral qu'on puisse trouver. Il n'a jamais cessé de croire en moi et de m'appuyer, même dans les périodes plus difficiles. Pour tes encouragements constants et ta très grande patience, merci Jasmin.

---

<sup>1</sup> Cette recherche a bénéficié d'un soutien financier accordé par le Conseil de Recherches en Sciences Naturelles et en Génie du Canada (CRSNG)

## RÉSUMÉ

Pour faire face à une compétition internationale de taille, une technologie en constante progression et des coûts d'opération et d'énergie qui ne cessent de croître, les entreprises cherchent à optimiser tout leur réseau de création de valeur et à collaborer davantage avec leurs clients et fournisseurs. Elles mettent également en place des mécanismes de coordination qui facilitent l'échange d'information et favorisent la synchronisation des activités. Toutefois, elles doivent veiller à instaurer la bonne approche collaborative de même qu'à bien répartir les bénéfices pour assurer une relation équitable pour tous les partenaires.

Dans le cadre de nos recherches, nous nous sommes intéressés au cas d'un producteur de pâtes et papiers qui a voulu mettre sur pied une relation de collaboration avec l'un de ses clients. Puisque les capacités de production et de distribution sont limitées, le producteur doit planifier ses opérations correctement pour pouvoir satisfaire la demande de son partenaire et la demande de tous ses autres clients. Le partenaire est un marchand, il achète donc un ensemble de produits qu'il revend, sans y apporter aucune transformation. Il peut se procurer la marchandise du producteur partenaire ou encore d'une autre source d'approvisionnement, tout dépendant du prix et des délais offerts. Même si les partenaires désirent mettre sur pied une relation mutuellement profitable, ils vont néanmoins avoir tendance à prendre des décisions qui optimisent leurs coûts locaux plutôt que les coûts du système. Le producteur va ainsi déterminer la quantité à produire et à livrer qui maximise ses revenus, tout en minimisant son coût de production, de stockage et de distribution, alors que le marchand va sélectionner la quantité à commander qui maximise ses revenus, tout en minimisant son coût d'achat, de commande et de stockage. Pour un tel

contexte, nous avons donc tenté de déterminer quel type d'approche collaborative mettre en place, pour rendre l'échange de biens et d'information efficace et générer le maximum de bénéfices pour le système ainsi que pour chaque acteur.

Dans la littérature, les auteurs traitent souvent cette problématique à l'aide d'approches mathématiques caractéristiques des sciences économiques (théorie des jeux, équilibres de Nash, ...). Plusieurs hypothèses sont toutefois posées et de nombreux paramètres opérationnels négligés, ce qui rend difficile l'utilisation de ces modèles dans la réalité. De manière à prendre en compte l'ensemble des activités de planification concernées par le choix d'une approche collaborative particulière, nous avons plutôt choisi d'analyser la problématique en utilisant la méthodologie suivante. Tout d'abord, nous avons identifié quatre approches possibles pour le cas à l'étude, soit une façon de faire traditionnelle sans collaboration entre les partenaires, le réapprovisionnement régulier, le VMI (*Vendor Managed Inventory*) et le CPFR (*Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment*). Pour chaque approche, nous avons développé un modèle décisionnel du point de vue du producteur et un modèle décisionnel du point de vue du marchand. Nous avons ainsi modélisé les coûts, revenus et contraintes, affectés par la mise en place de chacune de ces façons de faire, en nous appuyant sur la programmation linéaire en nombres entiers. Nous avons ensuite procédé à des expérimentations afin d'identifier l'approche la plus profitable pour le système ainsi que pour chaque partenaire, basées sur des données réelles provenant du cas pratique. Nous avons également exploré l'utilisation d'incitatifs pour modifier le comportement des acteurs, accroître les profits et mieux répartir les bénéfices de la collaboration. Notre objectif est d'abord de mieux comprendre toute la dynamique des relations interentreprises et comment la collaboration affecte la prise de décisions de chaque acteur. Nous voulons également vérifier si une approche collaborative particulière génère davantage



de profit qu'une autre selon le contexte, et si elle peut être avantageuse à la fois pour le producteur et pour le marchand.

Pour ce faire, nous avons donc procédé à de nombreuses expérimentations à l'aide du logiciel AMPL Studio et du solveur Cplex, puis constaté que c'est la méthode CPFR qui génère le profit du système le plus élevé, grâce à une optimisation efficace du coût de transport et du coût de stockage. Le VMI s'avère également un bon moyen pour mieux optimiser le coût de transport. Le réapprovisionnement régulier et la façon de faire traditionnelle (sans collaboration) conduisent à un profit plus faible du système. Après avoir effectué une comparaison entre chaque approche d'après le profit global, c'est-à-dire le profit du marchand additionné au profit du producteur, nous avons poursuivi notre analyse en comparant les profits individuels des partenaires. Plus précisément, nous avons confronté deux méthodes opposées en termes de niveau d'interaction, soit la façon de faire traditionnelle et le CPFR, puis vérifié si l'une d'elles pouvait générer simultanément le profit maximum pour les deux acteurs. Nous avons alors observé que le CPFR constitue l'approche la plus profitable pour le producteur, tandis que la façon de faire traditionnelle se révèle la plus avantageuse pour le marchand. Face à un tel constat, nous avons voulu développer une méthode qui rende le CPFR profitable pour tous les acteurs. Nous avons alors proposé le partage d'une partie des économies de transport, générées du CPFR, comme moyen de mieux répartir les bénéfices. De cette façon, le marchand obtient un profit plus élevé que celui obtenu avec la façon de faire traditionnelle, et le producteur fait tout de même plus de profit qu'avec la seconde approche. Nous nous sommes aussi intéressés au cas où aucun des deux acteurs ne désirent changer radicalement sa façon de faire. Nous avons donc développé trois types d'incitatif pour mieux coordonner les décisions des partenaires et accroître les profits du réseau. Nous avons alors remarqué que si l'incitatif est bien défini et adapté suivant l'évolution de l'environnement, il peut

permettre de générer davantage de profit que la façon de faire traditionnelle, sans nécessiter le partage d'information stratégique. Il s'agit toutefois de porter une attention particulière aux barrières pouvant affecter l'établissement de la collaboration. Que ce soit en termes de coûts, risques, besoins en ressource ou encore niveaux de confiance, les partenaires doivent être conscients des difficultés liées à la collaboration et être prêts à mettre sur pied de manière structurée le type de relation qui répond le mieux à leurs besoins. Puisque l'environnement bouge énormément, ils doivent également veiller à adapter la relation et à assurer constamment une collaboration bénéfique à tous.

Nos recherches contribuent donc à bien illustrer les différents types de relation possibles entre un producteur et un marchand. En confrontant quatre approches et en prenant en compte leur impact sur les décisions de planification de chaque acteur, nous avons ainsi proposé une méthodologie innovatrice qui reflète davantage la réalité des entreprises. Le recours à des incitatifs pour influencer le comportement des partenaires et générer plus de profit s'est également avéré une stratégie efficace, sans nécessiter un coût d'implantation élevé. Nous sommes toutefois conscients que toutes ces façons de faire ne sont pas toujours faciles à mettre sur pied et c'est pourquoi nous avons particulièrement insisté sur les étapes clés d'implantation, de même que sur les barrières associées à chaque type de relation interentreprises. Nos travaux se veulent donc un premier pas vers une meilleure compréhension de la collaboration et des mécanismes disponibles pour favoriser la synchronisation des activités dans les réseaux. Les perspectives de recherche sur ce sujet s'avèrent toutefois très abondantes et encore beaucoup de travaux pourront être réalisés afin de bien approfondir toute la notion de relations interentreprises.

## **ABSTRACT**

Because of international competition, the development of new technologies and the increase of operation and energy costs, enterprises must improve their supply chain and collaborate with their suppliers, distributors and retailers. They also have to use coordination mechanisms in order to facilitate information exchange and synchronize network activities. Nevertheless, the right collaboration model must be correctly chosen depending on the context and the benefits of the relation should be shared between each partner.

In our research, we study the case of a pulp and paper producer who decides to establish a partnership with one of its clients. Since production and distribution capacities are limited, the producer has to plan operations in order to satisfy the demand of the partner and the demand of other clients. The partner is a merchant, thus he buys products and sells them to the final consumer, without transforming the merchandise. The merchant can choose to order from the producer or from a second supply source, depending on the price and lead times offered. Even if each partner wants to create a real partnership with mutual benefits, they usually make decisions based on their local costs rather than the global costs of the system. The producer plans operations in order to minimize production, distribution and inventory costs, while the merchant orders products so as to minimize buying, ordering and inventory costs. For this context, we try to identify which collaboration model should be used in order to exchange products and information efficiently, and generate maximum benefits for the network and for each partner.

Many authors study this problem, using game theory and the Nash equilibrium. However, this kind of approach limits the number of parameters studied.

Consequently, the models developed do not keep industrial realities in view. So in order to take into account characteristics of production and distribution systems, we study the problem using the following methodology. First, we identify four potential approaches for the case study, namely a traditional system without any collaboration scheme, the regular replenishment method, VMI (Vendor Managed Inventory) and CPFR (Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment). For each approach, we develop a decision model from the point of view of the producer and a decision model from the point of view of the merchant. More precisely, we use mixed-integer linear programs to identify the costs, revenues and constraints involved in using each approach. Afterwards, we test and compare the models, so as to find the type of relationship that is the most profitable for the system and for each partner. We also develop different incentives in order to change partners' behavior, increase the profit of the system and share collaboration benefits. Our objectives are to better understand all the dynamics of enterprise collaborations and the effect of various strategies on the planning process of each partner. We also want to verify if a particular collaboration mode can be the most profitable approach for both the producer and the merchant.

To realize this, we proceed with numerical experiments, using AMPL Studio and the Cplex solver. The experiment leads us to some observations. To begin with, the CPFR model generates the greatest total system profit, because of an efficient optimization of both shipping and inventory costs. The VMI mode is second best, since the transportation cost is optimized. The regular replenishment mode and the traditional system obtain the lowest total system profit. After comparing each model using the profit of the system, we base our investigation on the profit of each partner. More precisely, we compare two types of relationship with different levels of interaction, namely a traditional system and the CPFR method, in order to verify if the same approach can

generate the highest profit for both the producer and the merchant. We observe that the CPFR mode generates the greatest profit for the producer, while the traditional system is the most beneficial for the merchant. For this reason, we define a method to share benefits so as to obtain a CPFR collaboration that is profitable for each partner. We prove that if the producer shares a part of the transportation savings with the merchant, the profit of the merchant is higher than the profit obtained with a traditional system, and the producer obtains a higher profit than the one generated by the other approach. Since CPFR is a complex method that necessitates an important implementation cost, we also investigate the use of three different incentives in order to change partners' behavior and increase the profit of a traditional system. We demonstrate that if incentives are adequately defined, they can considerably improve the profit of both the producer and the merchant, without requiring an important information exchange. However, the creation of efficient enterprise collaborations is not an easy thing. Partners must take into consideration costs, risks, information needs and all the difficulties involved in using each collaboration approach. They also have to adjust their relationship depending on the context and share benefits equitably.

Our researches illustrate different types of relationship between a producer and a merchant. The methodology used allows us to compare four collaboration approaches in complex contexts that have not been thoroughly explored before. We propose a collaboration model based on the use of some incentives that contributes to increase the profit of the system, without requiring an important investment or information exchange. Since these kinds of mechanisms are not always easy to put into practice, we also investigate the difficulties involved in using collaboration approaches, as well as the procedure to implement each strategy. We now better understand all the dynamics of enterprise collaborations and the methods that can be used to synchronize network activities. Since more

and more companies try to work together, future researches could be realized in order to investigate new mechanisms to coordinate decisions of each partner and share network profit.

## TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS .....	iv
RÉSUMÉ .....	v
ABSTRACT .....	ix
TABLE DES MATIÈRES .....	xiii
LISTE DES TABLEAUX .....	xvii
LISTE DES FIGURES .....	xviii
INTRODUCTION .....	1
La problématique .....	1
Méthodologie de la recherche .....	3
La contribution .....	4
Structure de la thèse .....	6
CHAPITRE 1 : REVUE CRITIQUE DE LA LITTÉRATURE .....	8
1.1 Pourquoi collaborer .....	8
1.1.1 La collaboration en termes d'habileté .....	9
1.1.2 La collaboration en termes de coûts de transaction et de risque .....	11
1.2 Comment mettre en œuvre une collaboration .....	12
1.3 Comment favoriser la coordination des opérations .....	17
1.3.1 Le partage d'information .....	17
1.3.2 Les approches collaboratives .....	23
Le ECR .....	24
Le VMI .....	28
Le CPFR .....	32
1.3.3 Les incitatifs .....	39
Le prix partenaire .....	40
La politique de retour de marchandise .....	43
Le partage du revenu .....	46

La flexibilité sur la quantité commandée .....	48
Les escomptes de quantité.....	51
Le rabais de vente.....	54
Autres types d'incitatif .....	56
1.3.4 La négociation .....	56
1.3.5 Les mécanismes de coordination, en résumé .....	59
1.4 Critique de la littérature.....	61
CHAPITRE 2 : PRÉSENTATION DE LA RECHERCHE ET ORGANISATION DE LA THÈSE .....	65
2.1 L'Industrie canadienne des produits forestiers .....	65
2.2 Présentation du cas pratique .....	66
2.3 Premier article, comparaison de quatre approches collaboratives .....	68
2.4 Deuxième article, utilisation d'incitatifs pour accroître les profits .....	69
2.5 Troisième article, implantation des approches collaboratives et barrières .....	71
CHAPITRE 3 : Collaboration and Decision Models for a Two-echelon Supply Chain: a Case Study in the Pulp and Paper Industry .....	73
3.1 Abstract .....	73
3.2 Introduction.....	74
3.3 Literature review .....	76
3.4 Collaboration approaches and decision models .....	79
3.4.1 Description of the characteristics of each collaboration mode.....	81
3.4.2 Mathematical notation .....	85
3.4.3 Decision models based on MTO.....	86
3.4.4 Decision models based on VMI .....	89
3.4.5 Decision models based on regular replenishment .....	90
3.4.6 CPFR decision model.....	91
3.5 Experimental design and numerical study .....	92
3.5.1 Description of the experimental design.....	92



3.6	Numerical study.....	96
3.6.1	Higher and equal market price .....	96
3.6.2	Different transportation lead times.....	98
3.6.3	Various patterns of demand .....	99
3.7	Discussion and conclusion .....	101
3.8	References .....	103
CHAPITRE 4 : Collaboration for a two-echelon supply chain in the pulp and paper industry: the use of incentives to increase profit .....		107
4.1	Abstract .....	107
4.2	Introduction.....	108
4.3	Literature review .....	110
4.4	Decision models and case study .....	114
4.4.1	Mathematical notation .....	115
4.4.2	Decision models .....	117
4.5	Computational study.....	121
4.5.1	Analysis of the network profit.....	122
4.5.2	Analysis of the profit of each actor.....	123
4.5.3	The use of incentives to increase the profit of the traditional system .....	125
4.6	Conclusion.....	134
4.7	References .....	136
CHAPITRE 5 : Dynamique des relations interentreprises : Mécanismes, barrières et cas pratique .....		139
5.1	Résumé .....	139
5.2	Introduction.....	140
5.3	Les collaborations interentreprises .....	142
5.3.1	Étapes de mise en œuvre .....	142
5.4	Les stratégies logistiques .....	145
5.4.1	Description de la production sur demande .....	145

5.4.2	Description du VMI et de son mode d'implantation.....	147
5.4.3	Description du CPFR et de son mode d'implantation .....	149
5.5	Barrières associées aux stratégies logistiques .....	151
5.5.1	Le cas de la production sur demande.....	152
5.5.2	Le cas du VMI.....	153
5.5.3	Le cas du CPFR .....	154
5.6	Les incitatifs comme mécanisme de coordination .....	157
5.6.1	Méthode de sélection et de mise en œuvre des incitatifs .....	157
5.6.2	Barrières liées à l'implantation d'incitatifs .....	158
5.7	Utilisation d'incitatifs pour un cas pratique.....	159
5.7.1	Incitatifs développés .....	161
5.7.2	Barrières associées aux incitatifs du cas pratique .....	162
5.8	Discussion .....	166
5.8.1	Regard sur le cas pratique .....	166
5.8.2	Méthodologie d'analyse du cas .....	168
5.8.3	Proposition d'une démarche générale .....	169
5.9	Conclusion.....	170
5.10	Références .....	172
DISCUSSION.....		176
Complexité de la collaboration .....		176
Analyse de la collaboration actuelle .....		179
Diagnostic de la collaboration à venir.....		179
Apport de la recherche pour le cas pratique.....		180
CONCLUSION .....		182
Rappel du contenu de la thèse.....		182
Résumé des résultats obtenus .....		185
Rappel de la contribution.....		187
Les perspectives de recherche.....		188
LISTE DES RÉFÉRENCES .....		190

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1 : Options quant au rôle joué par chaque acteur lors de l'implantation du CPFR.....	34
Tableau 1.2 : Scénarios étudiés par M.-C.Chen <i>et al.</i> (2007) .....	38
Tableau 1.3 : Résumé des auteurs détaillés dans ce chapitre qui ont analysé divers mécanismes de coordination dans les réseaux .....	59
Tableau 1.4 : Quelques exemples de travaux portant sur les collaborations et les mécanismes de coordination .....	63
Table 3.1: Particularities of each decision model .....	83
Table 3.2: Decrease of the shipping cost with a constant demand.....	100
Table 3.3: Decrease of the shipping cost with an accumulated demand....	100
Table 3.4: Decrease of the inventory cost of the system with an accumulated demand .....	101
Table 4.1: Profit of each partner for one year obtained with a traditional system and the CPFR mode .....	124
Table 4.2: Quantity ordered by the merchant with and without a bonus.....	127
Table 4.3: Number of trucks needed with and without the use of an incentive .....	130
Table 4.4: The use of incentives to increase the traditional system profit ..	134
Tableau 5.1 : Barrières de la production sur demande, du VMI et du CPFR ..	156
Tableau 5.2 : Résumé des nouveaux profits annuels de chaque acteur suite à l'utilisation d'incitatifs .....	162

## LISTE DES FIGURES

Figure 2.1 : Chaîne d'approvisionnement de l'industrie des pâtes et papiers ..	67
Figure 3.1: The industrial case .....	80
Figure 3.2: Relationship based on a MTO mode .....	81
Figure 3.3: Relationship based on VMI .....	82
Figure 3.4: Relationship based on a Regular Replenishment mode.....	82
Figure 3.5: Relationship based on the CPFR method .....	83
Figure 3.6: Procedure for testing MTO and Regular Replenishment modes ...	93
Figure 3.7: Procedure for testing the VMI approach.....	94
Figure 3.8: Procedure for testing the CPFR method .....	95
Figure 3.9: Inventory and shipping costs of each collaboration approach .....	97
Figure 3.10: Increase of the inventory cost for VMI and CPFR.....	98
Figure 4.1: Description of the case study .....	115
Figure 4.2: Relationship based on a traditional system .....	117
Figure 4.3: Relationship based on the CPFR method .....	120
Figure 4.4: Procedure for testing the traditional system .....	122
Figure 4.5: Procedure for testing the CPFR approach .....	122
Figure 4.6: Network shipping cost obtained with the use of a traditional system and the CPFR mode.....	123
Figure 4.7: Merchant profit for different types of relationship .....	125
Figure 4.8: The impact of using a bonus on the profit of the system .....	127
Figure 4.9: The impact of using a bonus on the profit of the merchant.....	128
Figure 4.10: The impact of using a bonus on the profit of the producer.....	128
Figure 4.11: System profit for a traditional system, CPFR and the use of a transportation savings incentive .....	129
Figure 4.12: The impact of sharing transportation savings on the profit of the merchant .....	130

Figure 4.13: The impact of sharing transportation savings on the profit of the producer .....	131
Figure 4.14: Discount for additional units if the minimum quantity is ordered	131
Figure 4.15: Impact of quantity discounts on the system profit.....	132
Figure 4.16: Impact of quantity discounts on the merchant profit .....	133
Figure 4.17: Impact of quantity discounts on the producer profit .....	133
Figure 5.1 : Étapes de mise en œuvre d'une relation de collaboration.....	143
Figure 5.2 : Illustration de la production sur demande.....	146
Figure 5.3 : Illustration du VMI.....	147
Figure 5.4 : Illustration de la circulation des flux pour le CPFR .....	150
Figure 5.5 : Illustration du cas pratique.....	160
Figure 5.6 : Comparaison des gains de chaque acteur lorsqu'il y a utilisation d'un incitatif .....	163
Figure 5.7 : Comparaison des profits du marchand lorsqu'il y a utilisation ou non d'un incitatif.....	164
Figure 5.8 : Comparaison des gains de chaque acteur lorsqu'il y utilisation d'escomptes de quantité.....	164
Figure 5.9 : Comparaison des profits du marchand lorsqu'il y a hausse de prix .....	165
Figure 5.10 : Nouvelle démarche de mise en œuvre proposée .....	170
Figure 6.1 : Apport de la recherche au cas pratique.....	181

## **INTRODUCTION**

Au fil des ans, le contexte d'affaires des entreprises de l'industrie des produits forestiers a grandement évolué. Des pays comme le Chili ou encore le Brésil sont apparus comme des compétiteurs de taille. Le développement de la technologie a permis de mettre au point de nouvelles techniques de production encore inconnues jusqu'alors. La hausse faramineuse des coûts d'énergie a affecté directement la rentabilité. Et des pressions politiques et environnementales ont conduit à de lourdes mesures et à l'imposition de règles très strictes. C'est pourquoi même les entreprises d'un secteur aussi traditionnel que l'industrie forestière ne peuvent plus travailler sans modifier leurs façons de faire. De manière à demeurer compétitives et à offrir un produit de valeur qui réponde aux besoins du client, elles doivent chercher à revoir l'ensemble de leurs processus d'affaires et identifier ce qu'elles sont en mesure de faire efficacement. Elles doivent ensuite s'interroger sur les habiletés et l'expertise qu'elles pourraient développer en travaillant avec une autre organisation. En portant un regard plus étendu sur leur réseau d'affaires et en cherchant à travailler plus étroitement avec leurs fournisseurs, distributeurs et détaillants, les entreprises seront ainsi à même de mieux comprendre les besoins du marché et elles pourront bien synchroniser leurs opérations avec l'ensemble des partenaires.

### **La problématique**

Toutefois, même si la plupart des entreprises sont pleinement conscientes du besoin de collaborer davantage avec tous les membres du réseau, encore très peu savent comment y parvenir. Une première difficulté réside dans le type de collaboration à mettre en place. Face à une capacité de production limitée, dans

un contexte d'affaires où les prix et la demande sont souvent variables, l'entreprise doit décider si elle est apte à prendre en charge le réapprovisionnement, à échanger de l'information stratégique, à déployer une nouvelle technologie, etc. Cette décision est d'autant plus difficile à prendre que l'entreprise n'est généralement pas en mesure de bien évaluer tous les frais fixes liés à la mise en œuvre de ces stratégies. De même, puisqu'elle n'a pas qu'un seul client à satisfaire, elle doit veiller à planifier adéquatement toutes ses opérations afin d'être approvisionnée à temps, de distribuer son produit dans les délais prévus et de respecter les standards de qualité. Plus son réseau est étendu, ses partenaires nombreux et ses produits diversifiés, plus elle doit veiller à utiliser correctement toute l'information pour bien orchestrer son réseau.

Une seconde difficulté a trait à la répartition des gains obtenus de la collaboration. Dans la plupart des cas, un ou des partenaires tirera davantage profit d'une meilleure coordination des activités du réseau. Que ce soit en termes de gains financiers plus importants ou de délais de livraison plus courts, un partenaire peut parvenir à capturer une plus grande part des bénéfices de la collaboration au dépend des autres. Face à une telle situation, les acteurs doivent alors mettre en place un mécanisme qui permette une répartition plus équitable des profits. Néanmoins, rien ne garantit que tous les partenaires seront prêts à jouer le jeu et qu'ils réussiront à s'entendre sur une méthode qui les avantage tous. Ce type de conflit peut prendre des proportions importantes et conduire éventuellement à l'échec de la collaboration.

Finalement, les partenaires sont souvent de taille différente ou encore en position d'exercer une influence. Des comportements abusifs ou opportunistes peuvent donc survenir et bouleverser toute la dynamique de la collaboration. Ces situations sont d'autant plus à risque qu'elles sont très difficiles à anticiper. Rien dans l'expérience de l'entreprise ne peut vraiment bien la préparer à

évaluer le succès potentiel d'une relation ou encore sa durabilité. Par conséquent, des sommes considérables peuvent être investies sans toutefois mener à des résultats concrets.

### **Méthodologie de la recherche**

Dans le cadre de nos recherches, nous nous sommes intéressés à cette problématique pour un cas réel dans l'industrie des papiers fins. Plus précisément, nous nous sommes interrogés sur le type d'approche collaborative à mettre en place et sur les incitatifs à déployer pour permettre à un producteur de pâtes et papiers de mieux coordonner ses opérations avec celles de son marchand. Pour ce cas pratique, nous avons donc identifié quatre approches potentielles pouvant être mises en place : la façon de faire traditionnelle sans collaboration entre les partenaires, le réapprovisionnement régulier, le VMI (*Vendor Managed Inventory*) et la méthode CPFR (*Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment*). En nous basant sur chacune de ces approches, nous avons mis au point des modèles de planification selon les points de vue du producteur et du marchand pour les trois premières stratégies, de même qu'un modèle combiné pour le CPFR, pour un total de sept modèles. Plus spécifiquement, nous avons utilisé la programmation linéaire en nombres entiers pour développer des modèles de maximisation des profits qui prennent en compte un ensemble de coûts et de contraintes opérationnelles clés, associés à chacune des façons de faire. Le solveur Cplex ainsi que le logiciel AMPL Studio ont été employés pour comparer les approches et identifier celles qui génèrent le plus de profit pour le système et pour chaque acteur, d'après des données réelles obtenues du cas pratique. Nous avons ensuite développé une méthode pour mieux répartir les profits lorsque l'approche collaborative mise de l'avant n'avantage pas équitablement les partenaires. Nous avons également étudié le cas d'une collaboration basée sur l'utilisation d'incitatifs. En



particulier, trois types d'incitatif ont été analysés, soit un bonus lorsque les petites commandes sont évitées, le partage des économies de transport si la capacité de distribution est bien utilisée et des escomptes de quantité. Nous avons dès lors testé si l'application de ces incitatifs, jumelée à une façon de faire traditionnelle, pouvait conduire à une hausse des profits du système et de chaque acteur. Nous avons finalement explicité le mode de fonctionnement et de mise en œuvre des approches collaboratives ainsi que des incitatifs, puis présenté les barrières liées à leur implantation, en nous appuyant notamment sur le cas pratique.

### **La contribution**

Par nos recherches, nous avons donc été en mesure d'explorer la collaboration entre deux acteurs et les incitatifs à déployer pour favoriser une coordination des activités. Dans la littérature, les auteurs utilisent en général deux avenues distinctes pour l'étude d'une telle problématique. Plus spécifiquement, plusieurs auteurs étudient les approches collaboratives dans une perspective plus managériale, en insistant sur les concepts, l'historique, la relation intra et inter-organisationnelle, etc. On comprend ainsi très bien la collaboration du point de vue de l'organisation, mais on est toutefois peu informé quant à la manière concrète de la mettre en place. Il devient donc très difficile d'appliquer les concepts de manière pratique, surtout si on s'intéresse davantage à la façon dont la collaboration va affecter les décisions de planification des partenaires. De même, d'autres auteurs vont plutôt traiter le problème via l'utilisation d'approches mathématiques bien connues du milieu économique. Dans la littérature sur les incitatifs par exemple, la théorie des jeux et les équilibres de NASH sont couramment employés pour étudier la collaboration entre deux joueurs. Ce choix de méthode permet d'analyser des cas de demande incertaine, des prix variables, etc., mais limite énormément le problème en

termes de paramètres opérationnels à prendre en compte. En effet, les auteurs vont souvent ne traiter qu'un seul paramètre à la fois, en supposant les autres fixes (délais de livraison négligeables, capacité illimitée, etc.). Pourtant, dans la réalité de tous les jours, une entreprise ne peut faire abstraction de sa capacité à produire ou du temps nécessaire pour fabriquer et livrer un produit. Elle doit prendre des engagements en tenant compte de toutes les caractéristiques de son système, de manière à mettre en place une relation durable qui conduise à l'atteinte de ses objectifs. C'est pourquoi nous avons plutôt analysé la collaboration entre deux acteurs en utilisant la programmation linéaire en nombres entiers, afin de développer des modèles de planification qui reflètent l'ensemble des décisions des partenaires. De cette façon, nous pouvons illustrer comment chaque approche collaborative modifie le mode de planification des partenaires, quelles contraintes opérationnelles doivent être prises en considération et quel effet aura chacune des façons de faire sur le profit des acteurs.

L'apport de notre travail se résume donc de la façon suivante : nous illustrons bien toute la dynamique de la collaboration entre deux entreprises, de même que les stratégies à leur disposition pour mieux synchroniser leurs activités. Nous mesurons l'impact réel de la collaboration sur la façon de faire et la prise de décisions de chaque partenaire, à l'aide de modèles décisionnels qui incluent un ensemble de paramètres et de contraintes opérationnelles. Nous confrontons quatre approches différentes régulièrement utilisées par l'industrie et nous montrons les bénéfices qu'elles peuvent générer selon le contexte. Nous exposons la notion d'incitatif d'une façon peu discutée jusqu'à maintenant dans la littérature, en utilisant des données réelles obtenues d'un cas pratique. La méthode proposée qui consiste à jumeler l'utilisation d'incitatifs à une façon de faire traditionnelle s'avère une stratégie efficace pour augmenter les profits du système, sans demander un coût d'implantation important ou un échange

soutenu d'information. Grâce aux nombreuses expérimentations effectuées, nous démontrons que les incitatifs améliorent la coordination du système, et que leur nature dynamique nécessite qu'ils soient adaptés selon l'environnement. L'étude d'un cas pratique de collaboration entre deux acteurs permet non seulement de modéliser des capacités de production, de distribution et des contraintes de production réelles, mais elle rend aussi possible la comparaison entre ce qui est discuté dans la littérature et la réalité des entreprises. Nous faisons d'ailleurs état de difficultés constatées au cours de nos recherches et peu détaillées par les auteurs, telles la complexité de définir les coûts d'implantation et les possibles luttes de pouvoir à l'interne. Les étapes clés d'implantation des différentes stratégies logistiques sont finalement mises en relief, de même qu'un ensemble de barrières liées à leur déploiement. De cette façon, les aspects théoriques et pratiques de la collaboration sont bien couverts par toute la recherche.

### **Structure de la thèse**

Nos travaux se veulent donc un pas vers une meilleure compréhension des relations interentreprises et des outils aujourd'hui disponibles pour bien coordonner les opérations dans les réseaux de création de valeur. La thèse est présentée de la façon suivante. Dans un premier temps, une revue de littérature est détaillée. Les raisons qui poussent les entreprises à collaborer davantage avec leurs fournisseurs ou distributeurs ainsi que la démarche à suivre pour y parvenir sont explicités. Par ailleurs, les mécanismes de coordination à mettre en œuvre pour soutenir la relation sont présentés. Plus spécifiquement, l'importance du partage de l'information est précisée, de même que les diverses approches collaboratives existantes et les incitatifs couramment utilisés dans les réseaux. Le processus de négociation entre les acteurs pour coordonner les décisions de planification est aussi discuté. Dans un deuxième temps, la

recherche est explicitée. Le cas pratique est alors détaillé, puis un bref portrait de l'industrie forestière canadienne est dépeint afin d'illustrer le contexte d'affaires dans lequel œuvre les acteurs. Une description de chaque article est aussi présentée dans le but de préciser la logique de la recherche et l'évolution des travaux. Par la suite, les trois articles sont exposés. Le premier article résume la modélisation des quatre approches à l'étude et l'expérimentation, le second permet la comparaison et l'analyse de trois types d'incitatif et le dernier s'intéresse au mode d'implantation de la collaboration, des approches collaboratives et des incitatifs, de même qu'aux barrières qui peuvent affecter leur mise en œuvre. Une discussion sur la recherche ainsi qu'une conclusion viennent clore la thèse.

## **CHAPITRE 1 : REVUE CRITIQUE DE LA LITTÉRATURE**

En vue de bien comprendre toute la dynamique des collaborations interentreprises et de proposer une revue de littérature exhaustive sur le sujet, un ensemble d'articles et d'ouvrages scientifiques ont été consultés. Les motivations qui poussent les entreprises à davantage collaborer ainsi que la façon de mettre en œuvre une relation interentreprises ont d'abord été étudiées. Nous nous sommes ensuite intéressés aux mécanismes de coordination à déployer dans les réseaux pour soutenir la collaboration et mieux synchroniser les activités. Plus particulièrement, nous avons cherché à comprendre comment le partage de l'information, la mise sur pied d'approches collaboratives reconnues, l'utilisation d'incitatifs et le recours à la négociation contribuent à rendre l'échange de biens entre les partenaires plus efficace. Les prochaines sections résument la recherche effectuée dans la littérature.

### **1.1 Pourquoi collaborer**

Face à une compétition internationale sans cesse croissante, des coûts de production et d'énergie continuellement à la hausse et des clients de plus en plus exigeants, les entreprises constatent souvent qu'à elles seules, elles ne peuvent posséder toute l'expertise nécessaire pour répondre aux exigences du marché. Elles doivent alors chercher à identifier leurs champs d'expertise et évaluer ce qu'elles sont en mesure de faire efficacement. Elles doivent ensuite déterminer les activités pour lesquelles elles ne possèdent pas le savoir-faire et confier ce travail à une compagnie plus qualifiée ou réaliser l'activité conjointement avec une autre organisation (Bagchi & Skjoett-Larsen, 2005).

Cette habileté de l'entreprise à s'organiser et à gérer ses opérations de manière flexible, en orchestrant en synergie ses réseaux d'affaires internes et externes, a été présentée par Poulin *et al.* (1994) sous le concept d'entreprise réseau. Pour être efficace, cette forme de déploiement stratégique demande à l'entreprise de bien gérer non seulement ses processus internes, mais également ses façons de faire pour tout son réseau, c'est-à-dire l'ensemble de ses fournisseurs, distributeurs et clients, en considérant à la fois la matière première, les stocks, les produits finis et l'information circulant entre ces différents éléments (Simchi-Levi, Kaminsky & Simchi-Levi, 1999). Elle implique l'intégration, la coordination et la collaboration à travers l'organisation et à travers tout le réseau (Simatupang & Sridharan, 2002).

#### *1.1.1 La collaboration en termes d'habileté*

Selon Poulin *et al.* (1994), plusieurs avantages stratégiques peuvent inciter une entreprise à se déployer :

- La réalisation d'économies d'échelle;
- Une réaction plus rapide au changement;
- L'acquisition de nouvelles compétences;
- Le partage des frais associés à certaines activités;
- La réduction des risques;
- La conquête de nouveaux marchés;
- L'allègement de la structure interne.

Selon Simchi-Levi *et al.* (1999), une entreprise va opter pour la mise en place d'une collaboration s'il y a possibilité de :

- Créer de la valeur pour le produit, le service;
- Accéder à de nouveaux marchés;
- Augmenter les habiletés et compétences de l'organisation;

- Rendre les opérations plus efficaces;
- Ajouter une force technologique;
- Augmenter la croissance stratégique.

Barratt (2004) insiste sur l'importance des collaborations interentreprises pour mieux intégrer l'approvisionnement et la demande, redistribuer les coûts et améliorer la répartition des stocks dans le réseau. Puisque chaque acteur planifie généralement ses opérations et élabore ses prévisions de manière isolée, le fait de collaborer permet de mettre en commun toute l'information nécessaire pour synchroniser les activités.

Plusieurs entreprises comme Nokia, Samsung et Apple ont donc choisi de collaborer avec leurs fournisseurs et distributeurs, dans le but de mettre en marché des produits innovateurs et d'améliorer considérablement les délais d'opération (O'Marah, 2007). Leur façon de collaborer a par contre grandement évolué au fil du temps (Frayret, 2002). Comme le précisent Spekman *et al.* (1998) dans leur article, les interactions interentreprises étaient au départ plutôt limitées, les discussions étant principalement basées sur les prix. Les relations interentreprises se sont par la suite davantage orientées vers la coopération avec quelques fournisseurs ou clients et échange partiel d'information. L'interaction est devenue peu à peu plus soutenue, avec échange régulier d'information, coordination de certains processus et utilisation plus fréquente de technologies tel l'EDI (*Electronic Data Interchange*). Les interactions ont progressé jusqu'à la phase de collaboration, caractérisée par l'échange d'informations privilégiées, un partage des technologies et une intégration du réseau de création de valeur.

En dépit du fait que plusieurs formes de relations interentreprises sont aujourd'hui possibles, les auteurs s'entendent pour dire que plus le réseau est

intégré, plus les bénéfices de la collaboration peuvent être importants (Bagchi & Skjoett-Larsen, 2005).

### *1.1.2 La collaboration en termes de coûts de transaction et de risque*

Même si l'entreprise peut acquérir de nouvelles habiletés en travaillant plus intimement avec une autre organisation, elle doit aussi s'interroger sur les coûts générés par une telle façon de faire (Williamson, 1985). En effet, au-delà du coût de production d'un bien ou d'un service réalisé, l'échange entre organisations entraînera également un coût lié à la conception et au suivi d'un contrat, de même qu'un coût associé à la capture de l'information. L'entreprise doit donc priser une collaboration à l'externe lorsque la valeur de ces coûts est inférieure à celle de tout réaliser et gérer à l'interne. D'après Williamson (1985), plus il y a d'incertitude quant à l'information échangée et la manifestation d'un comportement opportuniste de la part du partenaire, plus de tels coûts prennent de l'ampleur. Paché et Paraponaris (2006) précisent que, malgré le fait que ces coûts sont souvent très difficiles à évaluer puisqu'ils ne se réduisent pas à de simples coûts de transaction et qu'ils sont plutôt volatils, il reste tout de même que l'entreprise se doit de prendre en compte cet aspect lorsque vient le moment de revoir les frontières de son organisation.

Il existe également toute une facette concernant le risque et l'incertitude liés aux collaborations interentreprises. Plus précisément, une entreprise qui choisit d'interagir étroitement avec son partenaire peut non seulement obtenir des gains importants de la collaboration, mais elle peut également bénéficier d'une diminution du risque et de l'incertitude (Spalanzani & Samuel, 2007). Le partage des informations entre les membres du réseau fournit une base commune qui permet de prendre des décisions plus près de la réalité, ce qui contribue à éliminer certains risques liés notamment aux ruptures de stock et aux ventes



perdues. Toutefois, comme le mentionne Quélin (2002) dans son ouvrage, la collaboration peut engendrer d'autres formes de risques qui ne doivent pas être pris à la légère : risque quant à la confidentialité de l'information échangée, risque financier, risque de perte de contrôle, etc.

## **1.2 Comment mettre en œuvre une collaboration**

Une fois que l'entreprise a identifié la collaboration comme la réponse à ses besoins, elle doit alors veiller à adopter une approche de mise en œuvre structurée de manière à choisir le bon partenaire, bien gérer la collaboration et permettre un retour sur investissement. Plusieurs auteurs se sont donc interrogés sur les étapes clés à suivre pour mettre sur pied une relation interentreprises viable et bénéfique.

Gonzalez (2001) propose une méthodologie de mise en œuvre en cinq étapes. La première étape consiste à définir la stratégie de la collaboration. L'auteur soutient que l'entreprise doit d'abord dresser un portrait de son organisation et de la collaboration visée. Elle doit chercher à connaître les forces et les faiblesses de son organisation de même que son marché, puis établir une vision claire de la collaboration envisagée. La deuxième étape concerne la sélection du partenaire. L'entreprise doit alors choisir un partenaire selon des critères bien précis. L'auteur rappelle que, pour que la collaboration fonctionne, il est impératif que l'entreprise et son partenaire soient stratégiquement alignés et qu'ils s'appuient sur des cultures organisationnelles similaires. La troisième étape a trait à l'organisation de la collaboration. C'est à cette étape que l'entente est financièrement et légalement structurée et négociée. Il s'agit de définir le rôle et les responsabilités des partenaires, de même que les ressources humaines, matérielles et financières à affecter à la relation. La quatrième étape porte sur une gestion adéquate de la collaboration. Pour s'assurer que les

organisations soient continuellement alignées, l'auteur suggère la tenue périodique de sessions stratégiques pour discuter de la collaboration, régler d'éventuels conflits et réviser continuellement la stratégie de la relation. La dernière étape réfère à l'évaluation de la collaboration. Pour l'auteur, la mesure des résultats selon des critères à la fois quantitatifs et qualitatifs est critique. Il s'agit donc d'évaluer la réussite de la collaboration et d'y mettre un terme ou de la réorienter d'après les résultats de l'évaluation.

Pietras et Stormer (2001) présente une méthodologie de mise en œuvre similaire à celle suggérée par Gonzalez. Les auteurs rappellent toutefois que, trop souvent, les entreprises vont démarrer des collaborations sans avoir suffisamment réfléchi au but stratégique d'une telle démarche. La collaboration devrait être choisie uniquement si c'est la solution la moins dispendieuse ou encore la plus accessible pour atteindre les objectifs de départ. Les auteurs insistent également sur la nécessité de se doter de règles précises quant à l'administration de la collaboration. Plus spécifiquement, les partenaires devraient établir comment distribuer les profits et partager les risques. Des documents directeurs devraient par ailleurs être élaborés pour expliquer par exemple la façon de procéder lorsqu'il y a admission de nouveaux partenaires.

Dyer *et al.* (2001) suggèrent eux aussi de suivre des phases bien précises lors de l'établissement d'une collaboration. Durant la première phase, ils rappellent à leur tour la nécessité de déterminer la forme de la collaboration. La seconde phase est dédiée à la recherche du partenaire et à la sélection d'une équipe de travail. Les auteurs ajoutent qu'il est important, dès cette étape, de dresser un portrait des technologies convoitées et à utiliser, de manière à prendre en compte ce critère dans la recherche du partenaire. La phase trois est quelque peu différente de celle proposée par les auteurs précédents. En fait, les auteurs suggèrent de mettre au point une matrice de négociation afin de faciliter les

discussions avec les partenaires concernant notamment les ressources à engager et la répartition des bénéfices. De plus, les auteurs rappellent l'importance de mettre au point un contrat pour assurer le respect des engagements. La phase quatre doit, d'après les auteurs, être associée à l'élaboration d'un modèle de résolution et de gestion des conflits. De cette façon, lorsque des problèmes surviennent, les partenaires ont en main un outil efficace pour les régler. Dans la dernière phase, les auteurs proposent de produire un rapport annuel résumant l'avancement de la collaboration et ses résultats. Les auteurs rappellent finalement à leur tour que la dernière phase est aussi l'occasion de mettre un terme à la relation si une quelconque entente n'a pas été respectée.

Mejías-Sacaluga et Prado-Prado (2003) proposent plutôt un modèle de mise en œuvre basé sur l'évolution des relations interentreprises (voir section 1.1.1). La première phase consiste à établir la relation et à procéder à des négociations «amicales». Les partenaires doivent s'entendre sur différents paramètres logistiques tels les volumes de livraison, la quantité minimum à commander, etc., dans une atmosphère de détente pour faciliter la discussion. Une fois la confiance établie, les partenaires sont alors à même de proposer des améliorations qui entraîneront des changements significatifs dans leurs façons de faire. L'utilisation d'une technologie comme l'EDI peut également être initiée à cette étape. La seconde phase vise l'établissement de la coopération entre les partenaires. Il s'agit de rendre la relation plus transparente et de la soutenir avec un échange régulier d'information. Les partenaires ont notamment à développer des indicateurs de performance communs pour mesurer l'évolution de la collaboration. De même, de nouvelles pratiques comme la gestion partagée des approvisionnements ou encore l'utilisation d'un centre de transbordement peuvent être mises de l'avant pour améliorer l'efficacité de la collaboration. La communication doit également être omniprésente pour permettre aux

partenaires d'échanger sur le progrès de la relation, la réussite des pratiques mises en œuvre et les changements à apporter. La troisième phase repose sur la coordination, ce qui implique un plus haut niveau de confiance et d'engagement de la part de chaque partenaire. Des technologies avec des coûts élevés d'implantation, tel un système d'information centralisé, sont alors déployées pour mieux supporter la relation. Des indicateurs de performance davantage orientés vers les coûts et les bénéfices doivent aussi être définis pour mesurer et quantifier la réussite de la collaboration. Les auteurs associent la dernière phase à la collaboration. À ce stade, les partenaires ont développé une relation suffisamment étroite pour mettre en pratique des approches collaboratives avancées comme le CPFR. Les partenaires sont en mesure de travailler ensemble, de reconnaître les bénéfices de la collaboration et d'échanger toute l'information pertinente. De plus, la technologie développée rend l'échange de biens et d'information beaucoup plus simple. Les partenaires sont également prêts à supporter un plus haut niveau de risque.

Barratt (2004) associe à la mise en œuvre d'une collaboration la nécessité d'instaurer une culture collaborative à l'intérieur du réseau. D'après l'auteur, cette culture comporte principalement quatre éléments clés : la confiance, les bénéfices mutuels, l'échange d'information et la communication. La confiance constitue la base nécessaire pour tendre vers une meilleure coordination des activités. Elle doit être présente à la fois à l'interne et à l'externe pour contribuer à la stabilité de la relation à plus long terme. Les bénéfices mutuels sont indispensables pour développer une relation de type gagnant-gagnant. Les partenaires doivent profiter également de la relation et veiller à partager à la fois les risques et les récompenses. Le partage de l'information est essentiel pour améliorer l'efficacité du réseau. Un flot continu d'information de qualité et transparent va permettre une vision d'ensemble et favoriser la prise de décisions favorables pour tous les partenaires. Finalement, la communication

doit être instaurée à tous les échelons pour assurer une compréhension commune de la collaboration et encourager l'émergence d'idées innovatrices.

Liu *et al.* (2006) s'intéressent également à la mise en œuvre d'une collaboration, mais en insistant davantage sur l'importance de sélectionner le bon partenaire. Ils résument d'abord les étapes de mises en œuvre de la façon suivante :

- Identifier les besoins et définir la stratégie de la collaboration;
- Déterminer les critères de sélection du partenaire;
- Rechercher des partenaires potentiels;
- Présélectionner un ensemble de partenaires et évaluer chacune des candidatures;
- Établir la collaboration de manière formelle;
- Maintenir, adapter ou dissoudre la collaboration.

Les auteurs rappellent que plusieurs éléments critiques vont conduire à la réussite ou encore à l'échec de la collaboration. Notamment, lorsque vient le moment de sélectionner le partenaire, il est indispensable de prendre en compte sa stabilité financière, sa force technologique, sa philosophie de gestion, sa culture organisationnelle et son mode de planification. De plus, les auteurs affirment qu'une communication soutenue ainsi qu'une documentation détaillée devraient être considérés comme des incontournables lors de la mise en œuvre de la relation. Pour être en mesure de maintenir une collaboration efficace et fructueuse, les auteurs croient nécessaire que les partenaires développent une confiance mutuelle, fassent preuve de bonne volonté et procèdent de façon régulière au suivi des indicateurs de performance. S'il ne semble pas y avoir de synergie ou encore si les partenaires ne parviennent pas à franchir les étapes clés de mise en œuvre, il s'agit alors de mettre un terme à la relation.

### **1.3 Comment favoriser la coordination des opérations**

Même si les entreprises mettent en place une collaboration selon un processus organisé, rien ne peut toutefois garantir la durabilité de la relation. Simatupang et Sridharan (2002) ont rappelé dans leur étude qu'une relation de collaboration n'est parfois pas aussi profitable que prévu. La présence d'une vision locale ou encore d'un comportement opportuniste peut entraîner une différence marquée entre ce qui est produit dans le réseau et ce qui est réellement demandé, ce qui peut occasionner des surplus ou des ruptures de stock, des coûts de transport excédentaires, etc. Il est donc nécessaire de déployer des mécanismes de coordination qui vont contribuer à bien faire connaître les besoins et à mieux planifier les opérations.

#### *1.3.1 Le partage d'information*

Un premier mécanisme régulièrement étudié dans la littérature a trait au partage de l'information.

Dans leur article, les auteurs Schneeweiss et Zimmer (2004) analysent différents types de relation entre un producteur et un fournisseur, dans un contexte de production sur demande où chaque acteur possède de l'information confidentielle (situation d'information asymétrique). Dans la première relation, le producteur suppose que la quantité livrée par le fournisseur correspond exactement à la quantité commandée. Il ne prend donc pas du tout en considération les caractéristiques du fournisseur (capacité disponible, coût d'ajustement de la capacité, ...). La seconde relation est caractérisée par une anticipation non-réactive, c'est-à-dire que des caractéristiques du fournisseur sont prises en compte par le producteur (estimation de la capacité disponible), sans pour autant entraîner une réaction en conséquence. Dans la troisième

relation dite réactive, l'anticipation n'est plus triviale et le producteur cherche à optimiser ses opérations en considérant l'ensemble des caractéristiques du système. Dans la dernière relation (modèle idéal), les deux acteurs forment une équipe sans aucune information asymétrique et la capacité réelle disponible est alors connue de tous. Cette dernière approche sert principalement à comparer les trois autres modèles. Leur démarche fait ressortir des constats fort intéressants. Tout d'abord, c'est la relation dite réactive qui obtient les meilleurs résultats. Dans le cas d'une situation d'information asymétrique, le producteur a donc tout intérêt à anticiper le comportement ou la situation du partenaire et à optimiser ses opérations en conséquence. De plus, les auteurs ont observé que l'élément clé à échanger concerne l'information sur la capacité du fournisseur et sur le coût d'ajustement de celle-ci.

Cette étude est très représentative de la réalité. En effet, il arrive souvent qu'un des membres du réseau possède de l'information privilégiée à laquelle les autres acteurs n'ont pas nécessairement accès, et il peut donc choisir de la partager ou non avec eux. C'est notamment le cas d'un détaillant qui observe les données de consommation directement au point de vente. S'il choisit de ne pas partager cette information, le producteur devra alors élaborer ses besoins en capacité et ses plans de production en se basant sur les commandes faites par le détaillant plutôt que sur la demande du consommateur final. Un tel comportement n'est pas sans conséquence, comme l'ont fait ressortir dans leur étude Lee *et al.* (1997). En effet, les auteurs ont d'abord relaté l'expérience de Procter & Gamble face au suivi de l'un de leurs produits vedettes, les couches Pampers. À l'époque, Procter & Gamble avait remarqué que les commandes des entrepôts de distribution avaient une certaine variabilité. Après avoir analysé ses propres commandes de matières premières pour la fabrication du produit, la compagnie a alors constaté une variabilité encore plus importante. Pourtant, la demande pour ce produit demeurerait à peu près constante.

Ce phénomène baptisé effet coup de fouet (*bullwhip effect*) peut avoir des conséquences néfastes pour le réseau comme des pénuries, une capacité insuffisante ou en excès, un mauvais niveau de service, etc. Cinq causes sont identifiées comme étant à l'origine du phénomène (Lee, Padmanabhan & Whang, 1997; Chen, Fr., Drezner, Ryan & Simchi-Levi, 2000) :

- Les prévisions de la demande. L'entreprise planifie ses opérations par rapport au joueur qui la succède et non par rapport au consommateur final. Elle ne se base donc pas sur ce qui a réellement été vendu au point de vente. Par conséquent, ce qui est produit reflète le besoin plus un certain stock. L'effet s'amplifie par la suite d'un acteur à l'autre;
- Les commandes en lots. Pour abaisser le coût de commande ou profiter d'escomptes de quantité, les acheteurs vont commander en lots de taille souvent considérable, ce qui n'est pas très représentatif de la demande du consommateur final;
- Les fluctuations de prix. Avec les promotions, le prix est abaissé, ce qui pousse l'acheteur à commander une plus grande quantité. Toutefois, suite à la promotion, l'acheteur ne commandera que très peu et parfois même pas du tout pendant un certain temps. Ce comportement ne reflète en rien sa consommation réelle;
- Le rationnement d'achat. Lorsque la demande est plus grande que la capacité disponible, le fournisseur a tendance à rationner le client. Celui-ci, par crainte de ne pas recevoir suffisamment de marchandise, est alors porté à exagérer sa commande et, dans le pire des cas, à retourner les produits excédentaires;
- Le délai de livraison. Plus il est élevé, plus l'effet de coup de fouet est amplifié.

D'après Lee *et al.* (1997), afin de contrer cet effet pervers, il est nécessaire que les données au point de vente soient partagées pour permettre à tous les



membres du réseau de travailler avec une seule et même demande. Par ailleurs, même si tous les acteurs possèdent une connaissance commune, il est néanmoins nécessaire de modifier certains comportements et de mettre en place des approches collaboratives reconnues comme le VMI (*Vendor Managed Inventory*), afin de tendre davantage vers un système de gestion centralisé. Pour le cas des commandes par lot, un réapprovisionnement plus fréquent, l'utilisation d'un standard de communication tel l'EDI et des commandes mixtes peuvent être des astuces à mettre en place pour diminuer l'effet coup de fouet. Quant aux prix, il est nécessaire de chercher à diminuer la fréquence et le niveau d'escompte des promotions. Il faut plutôt opter pour des politiques de bas prix permanents. Finalement, il est important d'allouer la marchandise d'après la proportion des ventes faites par le passé. En partageant des informations sur la capacité ainsi que sur les stocks disponibles tout en travaillant étroitement avec leurs clients, les entreprises seront alors à même de faire de bonnes prévisions et d'imposer des pénalités si jamais il y a des retours de marchandise.

F. Chen (2003) propose d'ailleurs une revue détaillée de la littérature sur le partage de l'information. L'auteur s'intéresse à la coordination des activités dans les réseaux et au rôle joué par l'information dans l'atteinte de cet objectif. Il s'attarde d'abord à la valeur de l'information en bout de chaîne telles la demande du consommateur final et les politiques de stockage. Il présente des articles qui font ressortir que plus l'échange de l'information en bout de chaîne est important, mieux les activités peuvent être synchronisées puisque les acteurs possèdent suffisamment d'information pour prendre des décisions de planification favorables à la fois pour eux-mêmes et pour le réseau. L'échange de prévisions de demande très près de la réalité se révèle également avoir un impact significatif sur les coûts du réseau. L'auteur étudie ensuite le partage de l'information en début de chaîne, c'est-à-dire le coût de production, les délais

d'opération et la capacité disponible. Il démontre alors que plus les délais sont longs et la capacité du système limitée, plus la valeur de l'information est significative. De même, la connaissance des délais du producteur par le détaillant, surtout lorsque les volumes échangés sont importants, peut influencer considérablement l'efficacité du système. Il complète son étude en analysant les moyens à la disposition des entreprises pour favoriser et encourager un échange soutenu d'information. Plus précisément, un acteur qui possède davantage d'informations peut choisir de les conserver pour lui-même afin d'obtenir un avantage stratégique, ou encore de les partager avec les autres dans le but de favoriser la coopération. Des stratégies peuvent donc être mises de l'avant pour chacune de ces situations, en vue de bien faire révéler l'information ou de l'utiliser correctement. L'auteur montre notamment que lorsque le fournisseur propose différentes quantités jumelées à plusieurs dates de livraison, il peut alors obtenir de l'information sur la demande d'après le choix du client, ce qui contribue à améliorer grandement les coûts du système.

Cachon et Fisher (2000) se sont justement intéressés à la capture de l'information concernant la demande et les niveaux de stock entre un fournisseur et «n» détaillants identiques. La demande est stochastique stationnaire et les coûts de stockage et de pénalité en cas de pénurie sont pris en compte. Le fournisseur s'approvisionne d'une source externe et reçoit la marchandise après un délai constant. Le fournisseur est la seule source d'approvisionnement des détaillants. Deux niveaux de partage d'information sont étudiés : le premier fait référence à un partage traditionnel dans lequel le fournisseur n'observe que les commandes des détaillants. Dans le second, il y a partage complet d'information et le fournisseur a accès aux niveaux de stock des détaillants. Il peut donc utiliser cette information pour mieux allouer la marchandise et améliorer les décisions de commande. Plusieurs scénarios sont testés : petite et grande taille de lot, faible et long délais, coût de stockage du

fournisseur faible ou élevé, etc. À travers tous les scénarios, il apparaît qu'un partage de l'information contribue à abaisser significativement le temps de cycle et la taille de lot, ce qui entraîne des coûts du réseau beaucoup plus faibles. Les auteurs démontrent ainsi que l'implantation de technologies de l'information pour diminuer le flot physique de biens à travers tout le réseau est une raison beaucoup plus valable que lorsqu'elle est axée uniquement sur l'augmentation des flux d'information.

Alors que Cachon et Fisher cherchaient à dévoiler l'information en bout de chaîne, C. Zhang *et al.* (2006) explorent plutôt l'importance de révéler l'information en début de chaîne. Plus particulièrement, les auteurs s'intéressent au partage de l'information en ce qui a trait à la quantité livrée. Les auteurs considèrent un réseau constitué d'un fournisseur et d'un détaillant. Le détaillant commande à chaque période et reçoit sa marchandise après un délai fixe. Le fournisseur tente de satisfaire la commande du détaillant, mais il est possible qu'il livre une quantité supérieure ou encore inférieure à ce qui a été commandé (contexte de capacité limitée). Par conséquent, il existe une forme d'incertitude dans la quantité expédiée. S'il n'y a pas de partage d'information, le détaillant ne connaît pas exactement ce qu'il va recevoir et il va donc supposer que la quantité reçue est égale à la quantité commandée. S'il y a partage d'information sur la livraison à venir, le détaillant peut alors ajuster ses commandes en conséquence. Les auteurs comparent les deux scénarios en examinant notamment les coûts de stockage et le niveau de service du détaillant. Ils montrent que lorsque l'information sur la quantité livrée est échangée, le niveau de service est supérieur et le coût de stockage beaucoup plus faible. De même, plus les délais sont importants ou encore la quantité livrée incertaine, plus la différence entre les deux scénarios est significative. Les auteurs proposent donc d'imposer une pénalité au fournisseur lorsque les commandes du détaillant ne sont pas respectées. De cette façon, le fournisseur aura tout intérêt à échanger

l'information sur les expéditions. De plus, les auteurs précisent que, puisque le détaillant gagne toujours à avoir une meilleure connaissance de la quantité expédiée, il pourrait alors supporter une partie du coût d'implantation du système d'information.

Fr. Chen *et al.* (2000) ce sont quant à eux attardés au partage de l'information dans une perspective d'optimisation globale du réseau. Plus spécifiquement, ils ont examiné le cas d'un réseau constitué de plusieurs acteurs qui s'échangent toute l'information connue sur la demande, afin de mesurer l'impact de cette mise en commun du savoir sur l'effet coup de fouet. Ils ont ainsi pu constater que pour une même connaissance de la demande (information centralisée), une technique de prévision identique pour chacun des acteurs (moyenne mobile) et une même politique de stockage, il était possible de diminuer considérablement l'effet coup de fouet, sans toutefois complètement l'éliminer.

Fr. Chen *et al.* (2000) ont ainsi démontré que l'échange de la bonne information, seule, n'est pas suffisant pour supprimer entièrement l'effet coup de fouet. Il est donc nécessaire de mettre en place d'autres mécanismes clés qui viennent appuyer le partage de l'information.

### *1.3.2 Les approches collaboratives*

Au fil des ans, différentes approches collaboratives ont été mises sur pied par l'industrie afin de faciliter l'intégration de l'information et la coordination des activités dans les réseaux.

## Le ECR

En tout premier lieu, le ECR (*Efficient Consumer Response*) est une stratégie de pilotage des flux de marchandises adoptée par l'industrie alimentaire, qui vise une collaboration étroite entre les partenaires. Martel (2000) rappelle que cinq principes sont à l'origine du mouvement :

- Ajout de la valeur pour le consommateur : meilleurs produits, qualité supérieure, plus grand assortiment, disponibilité plus élevée, etc.;
- Développement d'une relation mutuellement profitable;
- Utilisation d'une information précise et à jour pour prendre des décisions de marketing, production et logistique plus justes;
- Circulation efficace du produit de sa production jusqu'à sa mise en marché, en maximisant l'utilisation de processus à valeur ajoutée;
- Indicateurs de performance communs couvrant l'ensemble du système.

L'auteur souligne que les économies faites grâce au ECR proviennent de la réduction des coûts et des stocks un peu partout dans le réseau. Il explique que quatre stratégies ont été élaborées pour atteindre ces résultats :

- Introduction efficace de produits, en appliquant les principes de l'ingénierie simultanée pour faire plus, plus rapidement et plus efficacement;
- Commercialisation adéquate du produit. Il s'agit de veiller à ce que l'assortiment en magasin corresponde aux besoins réels du consommateur et d'utiliser stratégiquement l'espace disponible en magasin. À l'aide de la gestion par catégorie, on considère davantage les besoins du consommateur plutôt que la méthode d'achat traditionnelle. De même, en utilisant des données provenant directement du point de vente, il est possible de développer une meilleure prévision de la demande et d'utiliser ainsi plus efficacement l'espace en magasin;

- Rendre les promotions profitables. Le ECR insiste sur les effets négatifs que peuvent avoir les promotions sur tout le réseau : surplus de stock, pénurie, prix de détail élevé, etc. Sans toutefois les abolir, le ECR propose de tendre notamment vers une simplification des mécanismes de promotion ou vers des bas prix permanents;
- Réapprovisionnement efficace. En synchronisant le plus possible les opérations et en élargissant la vision du réseau pour inclure les opérations de production et d'approvisionnement des fournisseurs, on obtient ainsi des flux de marchandise réguliers qui correspondent à la consommation réelle du client.

Kurnia et Jonhston (2001) ont exploré le ECR à l'aide d'un cas pratique. Ils se sont plus particulièrement intéressés à un élément clé de la méthode lié à la gestion de la chaîne d'approvisionnement, soit le transbordement (*cross docking*). Le cas d'étude porte sur un producteur et un détaillant de grande taille, situés en Australie. Deux centres de distribution du détaillant ont été ciblés afin de comparer leur mode de fonctionnement, l'un travaillant de manière plus traditionnelle, l'autre étant orienté vers le transbordement. Les auteurs ont d'abord cherché à comprendre chacune des étapes effectuées par les deux centres, de la prise de commande à l'expédition. Ils ont alors constaté que la méthode plus traditionnelle donnait lieu à des commandes beaucoup plus grandes et moins fréquentes que la méthode de transbordement. Par ailleurs, la méthode traditionnelle ne permettait pas au producteur de connaître la demande individuelle de chaque point de vente, puisque les commandes au centre de distribution étaient placées de façon regroupée, contrairement au centre de transbordement. Le système technologique utilisé par le centre de transbordement était également beaucoup plus simple que celui adopté par le centre de distribution traditionnel, les tâches entourant l'entreposage des items étant moins ardues. Toutefois, l'utilisation de l'EDI par le centre de

transbordement était de mise pour produire des bons de réception et d'expédition, ce qui n'était pas le cas pour le centre traditionnel. Les économies d'échelle pour le transport étaient aussi plus difficiles avec le transbordement, les livraisons effectuées étant plus petites et plus fréquentes. Ainsi, même si les partenaires récoltent tous des bénéfices de la mise en place du ECR, certains auront toutefois davantage de coûts à supporter que d'autres. C'est pourquoi les auteurs soutiennent qu'il doit y avoir une négociation sur la distribution des bénéfices afin que tous les partenaires puissent voir un avantage à utiliser la méthode. Si le ECR est correctement déployé, le fournisseur aura alors une meilleure connaissance de la demande à chaque point de vente, ce qui entraînera une planification de la production plus efficace. Pour le distributeur, cela signifie de plus faibles coûts de réapprovisionnement, une diminution du besoin en espace d'entreposage et une diminution du niveau de stock. De plus, les magasins bénéficieront de meilleurs prix d'achat et pourront ainsi diminuer le prix proposé au consommateur final.

Les auteurs ont continué à approfondir leur connaissance du ECR, puis ils ont publié avec d'autres coauteurs un article relatant le rôle joué par le prestataire logistique (3PL) dans la mise en œuvre de la méthode. Plus particulièrement, Kumia *et al.* (2006) ont analysé l'industrie alimentaire australienne et constaté que la nature inter-organisationnelle du ECR faisait en sorte que plusieurs entreprises éprouvaient de la difficulté à implanter correctement l'approche. En effet, des objectifs différents et conflictuels venaient souvent à bout des efforts déployés par chacune d'elles. Les auteurs ont donc cherché à voir comment les prestataires logistiques pouvaient, en tant qu'acteurs externes, jouer un rôle dans la réussite de l'implantation du ECR. Après avoir procédé à différentes entrevues auprès de sept prestataires logistiques, les auteurs ont analysé les données et dégagé cinq rôles clés à exercer pour faciliter l'implantation, soit les fonctions de conseiller, chercheur, éducateur, promoteur et conciliateur.

Les prestataires logistiques peuvent d'abord agir en tant que conseiller et guider les entreprises dans la compréhension et la mise en place de l'approche. Il s'agit d'aider les entreprises à développer la solution et à adopter les standards internationaux, tout en les guidant dans leurs problématiques. Les prestataires logistiques ont également la possibilité d'intervenir en tant que chercheur. Ils peuvent effectuer des recherches et des études de marché pour l'industrie, de façon à informer les entreprises sur les pratiques à succès, les technologies employées, etc. Grâce à un partage des connaissances, les prestataires sont ainsi en mesure de fournir aux entreprises une connaissance commune des bénéfices du ECR. De même, les prestataires sont susceptibles d'aider les organisations à mieux comprendre leur structure de coût, surtout en ce qui a trait à la gestion de la chaîne d'approvisionnement. En comprenant mieux leurs coûts et les bénéfices potentiels du ECR, les petites entreprises seront alors en meilleure position pour négocier avec les gros joueurs et assurer un partage équitable des bénéfices.

Le prestataire logistique a aussi un rôle clé à jouer au niveau de l'éducation. Par des publications, la tenue de séminaires, l'élaboration de sites d'apprentissage en ligne, etc., les prestataires fournissent ainsi des outils qui facilitent la compréhension de l'approche. Des études de cas ont également l'avantage de convaincre les entreprises les plus réticentes de même que les hauts dirigeants à participer à la mise en place de la stratégie. Le rôle de promoteur peut par ailleurs être associé au prestataire logistique. En effet, via la publication de nouvelles dans des magazines, des sites web ou encore d'autres plateformes d'information, les prestataires sont en mesure de promouvoir le ECR et ses apports, tout en accédant à un plus large auditoire. Finalement, le prestataire logistique a la capacité d'agir à titre de conciliateur. Il peut amener les acteurs à communiquer entre eux, via par exemple la tenue de forums, ou encore accompagner les équipes de travail dans leur discussion. Étant donné la



complexité du ECR, le prestataires logistique a donc la possibilité, de part sa nature d'intervenant externe, d'apporter une aide non négligeable dans la compréhension et l'implantation de la stratégie.

### **Le VMI**

Développée au milieu des années 80, le VMI est une technique qui permet au producteur de prendre en charge la gestion des stocks du client pour ses produits, d'après un niveau de service attendu (Barratt & Oliveira, 2001). Le producteur devient également responsable de la politique de réapprovisionnement. Il a ainsi accès à davantage d'information qu'il peut intégrer dans son processus de planification, afin de mieux synchroniser ses opérations. L'effet coup de fouet peut alors être grandement diminué et les coûts du réseau abaissés (Disney & Towill, 2003; Q. Zhang & Da, 2004).

Dans son article, Danese (2006a) s'intéresse à un cas pratique d'implantation du VMI pour un réseau complexe. Plus spécifiquement, l'auteur étudie comment GlaxoSmithKline, une entreprise spécialisée dans la recherche pharmaceutique, a implanté la méthode avec ses fournisseurs et ses distributeurs. Face à un réseau très étendu, des usines hautement spécialisées et des échanges de matériel entre les acteurs plutôt nombreux, la compagnie éprouvait de réelles difficultés à bien connaître la demande et le niveau de stock de son réseau, de même qu'à réagir rapidement aux exigences de sa clientèle. La compagnie a donc décidé de mettre en place une approche de type VMI avec dix-huit de ses fournisseurs et distributeurs, tout en soutenant la relation à l'aide d'un système technologique centralisé. La nouvelle façon de fonctionner est alors devenue la suivante. Chaque centre de distribution inscrit dans le système ses prévisions de vente ainsi que son niveau de stock pour chaque produit. Le système de planification central utilise cette information pour planifier les besoins au niveau

du réapprovisionnement. Les usines reçoivent ensuite les plans de livraison leur suggérant la quantité à livrer à chaque centre de distribution. Elles utilisent alors cette information pour déterminer leurs besoins en matières premières. Les fournisseurs sont par la suite informés de la marchandise à expédier à chaque usine. Les différents intervenants doivent dès lors décider quelles propositions seront confirmées ou modifiées. Notamment, les usines et les fournisseurs peuvent réajuster les quantités à livrer de manière à minimiser leurs coûts de transport, en veillant toutefois à respecter des niveaux minimum et maximum de stock. La compagnie a également mis sur pied un système de surveillance et de contrôle pour évaluer la performance des partenaires et identifier tout comportement opportuniste. Suite à l'implantation du VMI et au déploiement d'un système d'information centralisé, chaque acteur a pu avoir accès à toute l'information pertinente concernant les autres membres du réseau (prévisions, niveaux de stock, plans de production, ...). Les partenaires se sont sentis davantage impliqués et ils ont cherché à améliorer constamment leur performance. La capacité de production a alors été mieux utilisée, le niveau de service amélioré et les stocks du réseau adéquatement gérés.

De leur côté, Dong *et al.* (2006) étudient le cas d'un producteur de vêtements localisé en Chine, qui a choisi d'établir une relation de type VMI avec deux de ses détaillants, tout en desservant un ensemble d'autres clients de manière plus traditionnelle. Le producteur détermine d'abord des plans initiaux de réapprovisionnement avec ses deux partenaires d'après le niveau de service attendu. Il procède ensuite à la planification des commandes de ses autres clients selon la capacité de production disponible. Une fois la quantité et la période de livraison déterminées, elles ne peuvent être modifiées et les produits doivent être livrés à temps. La demande pour ce type de produit étant plutôt incertaine, il arrive souvent que les plans initiaux diffèrent de la demande réelle, ce qui complique considérablement la planification de la production et entraîne

une mauvaise utilisation de la capacité. Les auteurs ont donc cherché à optimiser la politique de réapprovisionnement pour mieux équilibrer la capacité de production. Plus spécifiquement, à l'aide de la simulation combinée à un algorithme génétique, ils ont tenté de reporter des livraisons ou encore de devancer l'expédition de certains vêtements, dans le but de bien exploiter la capacité disponible, tout en minimisant le nombre de ventes perdues pour les détaillants. Les auteurs ont alors montré que la politique de réapprovisionnement optimisée contribue à mieux équilibrer la capacité de production, sans trop affecter le niveau de service attendu des détaillants.

Bertazzi *et al.* (2005) s'intéressent aussi au déploiement du VMI dans les réseaux, mais cette fois de manière théorique. Les auteurs considèrent un réseau formé d'un fournisseur et de plusieurs détaillants. Ils cherchent à déterminer la quantité à produire et à livrer, de même que le nombre de détaillants à visiter ainsi que la route à parcourir, qui minimisent les coûts du système. Deux politiques de VMI sont étudiées. Selon la première politique, le fournisseur réapprovisionne chaque détaillant pour atteindre un niveau de stock maximum. D'après la seconde politique, tous les détaillants sont encore une fois réapprovisionnés pour atteindre un niveau de stock maximum à l'exception du dernier, qui recevra le minimum entre le nombre d'unités nécessaires pour atteindre le niveau de stock maximum et la capacité résiduelle du véhicule. Le coût de production et de distribution du fournisseur ainsi que le coût de stockage du détaillant sont pris en compte. Les auteurs procèdent d'abord à la décomposition du problème, puis proposent ensuite des heuristiques pour résoudre les sous-problèmes. En utilisant des valeurs numériques, ils montrent que le VMI peut considérablement diminuer les coûts du système. Plus particulièrement, les coûts de transport sont abaissés et le nombre de véhicules utilisés est plus faible. Puisque le fournisseur n'a pas à livrer systématiquement à tous les détaillants à chaque période et qu'il peut utiliser sa connaissance des

niveaux de stock du réseau pour planifier ses opérations, la capacité de transport est ainsi beaucoup mieux utilisée. Lorsque les deux politiques de VMI sont comparées, c'est celle qui accorde une certaine flexibilité pour le dernier détaillant à desservir qui réduit le mieux les coûts, spécialement le coût de transport.

Le VMI est aussi exploré de façon théorique par Yao *et al.* (2007). Les auteurs développent un modèle analytique pour bien comprendre la dynamique du VMI et comment les paramètres opérationnels affectent les bénéfices réalisés par la mise en œuvre de la méthode. Pour ce faire, ils analysent un réseau formé par un fournisseur et un acheteur. Ils comparent le cas sans VMI où chaque acteur prend ses décisions selon l'information qu'il a en main, du cas avec VMI où le fournisseur optimise maintenant le système en tenant compte du niveau de stock de l'acheteur. Pour le scénario sans VMI, l'acheteur et le fournisseur cherchent tous les deux à minimiser leurs coûts de commande et de stockage. Lorsque la relation est basée sur le VMI, la quantité à livrer qui minimise le coût du système ainsi que la fréquence de livraison sont toutes les deux déterminées par le fournisseur. Après analyse, les auteurs dégagent quelques constats. Tout d'abord, le VMI entraîne des fréquences de livraison plus élevées, de même que des quantités d'approvisionnement plus faibles. La fréquence de livraison tend à augmenter lorsque la différence entre le coût de commande du fournisseur et celui de l'acheteur est significative. Par ailleurs, les auteurs observent que l'implantation du VMI contribue à déplacer le stock de l'acheteur vers le fournisseur. Le fournisseur doit donc supporter un coût de stockage plus important. C'est pourquoi les auteurs proposent le versement d'une compensation financière pour mieux répartir les bénéfices de la collaboration entre les partenaires.

## Le CPFR

Parmi les approches collaboratives étudiées dans la littérature, le CPFR est considérée comme la méthode la plus prometteuse pour mieux synchroniser les activités et permettre la récolte de bénéfices, spécialement lorsque la demande est variable (Cigolini & Rossi, 2006). Ce mouvement a vu le jour au courant des années 90 dans le but de rapprocher davantage les partenaires. Plus précisément, le CPFR cherche à atteindre les objectifs suivants (Jabiri, D'Amours, Montreuil & Frayret, 2002) :

- Créer une relation de collaboration entre les partenaires misant sur une gestion efficace des processus et le partage d'information;
- Générer des prévisions de demande très près de la réalité et des plans d'approvisionnement adéquats;
- Intégrer à la fois l'aspect demande et l'aspect approvisionnement (capacité manufacturière);
- Améliorer l'efficacité de l'ensemble du réseau.

Pour ce faire, les partenaires doivent développer des prévisions de demande communes et les ajuster suivant l'évolution du marché. Les partenaires ont par ailleurs à s'engager à respecter ces prévisions, tout en acceptant de partager les risques si jamais elles s'avèrent erronées. Des règles de fonctionnement ainsi que des mécanismes doivent aussi être définis pour gérer les contingences (Stank, Keller & Daugherty, 2001). La mise en œuvre de l'approche CPFR se résume de la façon suivante (*Voluntary Interindustry Commerce Solutions* (VICS), 2004) :

- Il y a d'abord développement de l'entente. Les entreprises participantes définissent ce qui constituera un programme de réussite : buts et objectifs du programme, produits ciblés, méthode de commercialisation à adopter, etc. Des indicateurs de performance sont également identifiés pour

mesurer l'efficacité du programme. De même, un contrat peut être rédigé pour garantir l'engagement des partenaires;

- Il y a ensuite développement d'un plan d'affaires commun. Les partenaires définissent les règles de fonctionnement, le calendrier des activités, les critères pour l'identification des exceptions, etc., afin de bien soutenir le programme. Des politiques de stockage doivent aussi être conjointement définies et modifiées lorsque des problèmes surviennent;
- Ces étapes préliminaires conduisent à un second niveau, c'est-à-dire au développement de prévisions de vente communes. Les partenaires s'échangent de l'information sur les prévisions de vente et tentent d'identifier et de résoudre les cas pour lesquels les prévisions de chacun ne correspondent pas;
- Par la suite, les prévisions de vente et les politiques de stockage sont combinées pour générer des prévisions de commande. La portion court terme de la prévision est utilisée pour la génération de la commande, alors que la portion long terme est utilisée dans la planification;
- Finalement, il y a génération de la commande et livraison. Les informations sur la consommation au point de vente, les commandes, les livraisons et le stock en main, sont partagées. De plus, les problèmes comme les surplus ou les ruptures de stock sont identifiés et résolus.

Chacune de ces étapes est ensuite répétée itérativement selon un cycle continu. Fliedner (2003) suggère de revoir le développement de l'entente à tous les ans, le plan d'affaires aux quatre mois et les prévisions à chaque semaine.

En pratique, le CPFR peut toutefois prendre diverses formes (Danese, 2006b). Il peut se différencier du modèle de base par le nombre de processus impliqués dans la collaboration, de même que par le niveau d'intégration des différentes activités. Une entreprise a donc la possibilité d'implanter uniquement quelques-

unes des étapes clés de la méthode (par exemple, collaborer seulement sur les prévisions de vente), ou encore viser un niveau très élevé d'intégration (comparable à une optimisation globale, voir par exemple van der Vlist, 2007). Le VICS précise également que le CPFR a été conçu pour s'ajuster à toutes sortes de situations. Les partenaires ont donc la possibilité d'adapter la méthode de manière à mieux répondre à leurs besoins. Le rôle joué par chacun des partenaires peut aussi grandement varier. Le VICS suggère par exemple quatre options quant aux responsabilités attribuées à chaque partenaire, selon le niveau de connaissance et d'expertise de chacun (Tableau 1.1). Les partenaires sont donc en mesure d'opter pour l'option qui correspond le mieux à leur situation.

**Tableau 1.1 : Options quant au rôle joué par chaque acteur lors de l'implantation du CPFR<sup>2</sup>**

Options	Prévisions de vente	Planification des commandes	
		Prévisions	Génération
Option A	Détaillant	Détaillant	Détaillant
Option B	Détaillant	Producteur	Producteur
Option C	Détaillant	Détaillant	Producteur
Option D	Producteur	Producteur	Producteur

Plusieurs entreprises ont réussi à mettre en pratique cette approche avec succès. Steermann (2003) décrit notamment le cas de Sears qui, en 2001, a choisi d'implanter la méthode CPFR avec un de ses fournisseurs, la compagnie Michelin. Les partenaires avaient remarqué que leurs niveaux de stock étaient très importants, sans toutefois permettre d'atteindre un niveau de service élevé. De plus, l'information sur la demande n'était pas adéquatement échangée. Les deux compagnies se sont donc entendues pour implanter la méthode et soutenir

<sup>2</sup> Adapté du modèle proposé par la VICS dans le guide *CPFR, an overview* (2004), p. 17.

la relation à l'aide d'un système d'information adéquat. Les partenaires ont d'abord établi les bases de la collaboration, en dressant une liste des activités à réaliser et en formant des équipes de travail constituées d'experts provenant des deux entreprises, de même que de la compagnie informatique en charge du développement du système d'information. Les partenaires ont ensuite tenté de comprendre comment mieux interagir, quelles activités étaient concernées par la méthode et quelles informations devaient être partagées. Ils ont alors créé des documents de référence pour dresser un portrait du réseau visé et détailler clairement la nouvelle façon de fonctionner. Des indicateurs de performance clés ont aussi été élaborés pour évaluer régulièrement l'efficacité de la méthode. Le CPFR a par la suite été implanté pour les quatre-vingt produits ciblés. Le système d'information centralisé a permis aux deux entreprises de mettre en commun toute l'information sur les prévisions, les promotions à venir, le stock en main, les plans de production et les ventes. Grâce à cette information, l'exactitude des prévisions a été mesurée et les exceptions bien gérées. Une bonne communication a aussi été instaurée pour permettre aux partenaires de discuter notamment des prévisions et des efforts de vente. Sears et Michelin ont donc su intégrer correctement le CPFR à leurs processus d'affaires, ce qui leur a permis d'augmenter la visibilité du réseau, d'abaisser les niveaux de stock, de mieux introduire les nouveaux produits et de facilement détecter les exceptions.

Chung et Leung (2005) présentent également un cas pratique d'implantation du CPFR pour l'industrie des circuits imprimés. Le cas à l'étude concerne un producteur qui a choisi de mettre sur pied un programme de CPFR avec son principal fournisseur. Les auteurs soulignent d'abord les particularités de cette industrie : cycle de vie du produit extrêmement court, grande variété dans la configuration des produits, etc. Les auteurs détaillent ensuite comment les deux entreprises ont implanté la méthode. Plus précisément, durant la phase initiale, les partenaires ont utilisé le guide et les exemples de cas pratiques fournis par



le VICS pour bien comprendre les concepts du CPFR et déterminer comment l'adapter à leur contexte d'affaires. Ils ont également établi une entente formelle pour préciser le rôle et les responsabilités de chacun, de même que le calendrier du projet. Durant la seconde phase, les partenaires ont choisi d'appliquer le programme à un seul produit, en incluant ses différentes configurations. Ils ont également cherché à mieux comprendre les besoins du marché et les stratégies à déployer pour répondre plus efficacement à la demande. Lors de la troisième phase, les prévisions de vente et de commande ont été élaborées. Les auteurs précisent d'ailleurs que cette étape a été la plus difficile à franchir, étant donné le manque d'expérience des entreprises quant à l'établissement de bonnes prévisions. Le producteur a pris en charge l'élaboration des prévisions de vente sous la forme de fichiers Excel qu'il a ensuite transmis au fournisseur via Internet. Le fournisseur a ensuite utilisé cette information pour définir les prévisions de commande. Le département des ventes du producteur ainsi que le département des opérations du fournisseur ont veillé à gérer adéquatement les exceptions. Au cours de la quatrième phase, c'est le représentant du service à la clientèle du fournisseur qui a assuré la génération de la commande, de même que l'exécution des livraisons. L'implantation du CPFR a notamment permis de réduire les ruptures de stock et les pertes, tout en diminuant considérablement le temps de réponse.

Cederlund *et al.* (2007) discutent du cas de Motorola qui a mis en place la méthode CPFR avec ses détaillants. La compagnie éprouvait d'énormes difficultés à connaître précisément quel modèle de téléphone mobile désirait le consommateur et quelle quantité devait être livrée à chacun des points de vente. Elle a donc initié un programme de CPFR auprès de ses détaillants, en espérant ainsi améliorer la qualité de ses prévisions, tout en diminuant son niveau de stock. Pour bien implanter l'approche, la compagnie a dû orienter davantage ses processus d'affaires sur le client plutôt que sur le produit. La

collaboration a donc entraîné des changements significatifs au sein même de l'organisation. Elle a également mis en place un processus de communication formel pour améliorer la planification, les prévisions et le réapprovisionnement. Plus précisément, au cours de la première semaine du mois, les partenaires devaient revoir ensemble les résultats du mois précédent et discuter des événements survenus. À la deuxième semaine, les partenaires élaboraient des prévisions de demande communes de la façon suivante : Le lundi, le détaillant fournissait ses prévisions pour le mois suivant. Le mardi, Motorola présentait ses propres prévisions. Durant le reste de la semaine, les partenaires discutaient des différences et réglaient les exceptions. Lors de la troisième semaine, les partenaires devaient se questionner sur les améliorations à apporter et vérifier le calendrier de réalisations. Durant la dernière semaine, les implications financières du CPFR étaient discutées. Motorola a aussi dû veiller à garder constamment alignés les visions et les stratégies des participants. Pour ce faire, la compagnie a d'abord cherché à bien comprendre la façon de faire et de travailler de ses partenaires. Elle a ensuite discuté avec chacun d'eux des buts communs à atteindre avec le programme, puis élaboré des indicateurs de performance clés pour favoriser l'amélioration continue. Elle a aussi choisi d'adopter un système technologique dédié, développé par l'entreprise Manugistics, pour faciliter notamment le partage d'information et la gestion des exceptions. Grâce à l'implantation du CPFR, Motorola est parvenu à diminuer ses stocks, mieux utiliser sa capacité de production et de transport, augmenter la rentabilité de ses promotions et introduire plus efficacement ses nouveaux produits sur le marché.

M.-C.Chen *et al.* (2007) s'intéressent également à l'implantation du CPFR, mais de manière théorique. En utilisant la simulation et différentes valeurs de paramètres opérationnels, ils comparent les quatre options proposées par le VICS quant au rôle joué par chaque partenaire (voir Tableau 1.1). Le réseau à

l'étude est constitué d'un producteur et d'un détaillant. Le détaillant satisfait la demande du consommateur final à partir du stock disponible et s'il n'a pas suffisamment de produits en main, un coût de pénurie est pris en compte. Il commande ses produits auprès du producteur suivant l'évolution de ses stocks (politique de type  $(s, S)$ ). Le producteur doit satisfaire la demande du détaillant. Autrement, un coût de pénurie est considéré. Des délais de production et de distribution sont également pris en compte. Les prévisions de demande et de commande des partenaires ne doivent pas diverger de plus de 20%, sans quoi, elles sont ajustées jusqu'à une différence de 10 % par le partenaire en charge des prévisions. Selon les responsabilités de chacun, certaines informations seront ou non échangées (Tableau 1.2).

**Tableau 1.2 : Scénarios étudiés par M.-C.Chen et al. (2007)**

Scénario	Rôle de chaque acteur	Informations partagées
A	Prévisions de vente et de commande + génération de la commande gérées par le détaillant	-Promotions -Ventes
B	Prévisions de vente gérées par le détaillant Prévisions de commande + génération de la commande gérées par le producteur	-Promotions -Ventes -Niveaux de stock -Capacité disponible
C	Prévisions de vente et de commande gérées par le détaillant Génération de la commande gérée par le producteur	-Promotions -Ventes -Niveaux de stock
D	Prévisions de vente et de commande + génération de la commande gérées par le producteur	-Niveaux de stock -Capacité disponible

En procédant à une simulation sur 470 jours et en comparant chaque scénario en termes de coûts, niveaux de service et livraisons à temps, les auteurs ont pu dégager quelques observations. Tout d'abord, c'est le scénario B qui obtient les meilleurs résultats. En considérant à la fois les ventes actuelles, le calendrier de promotions, le niveau de stock et la capacité du système, le détaillant peut améliorer grandement la qualité de ses prévisions de vente. Le producteur peut aussi augmenter l'efficacité du réapprovisionnement grâce à un partage plus

important de l'information. Les scénarios A et C obtiennent des résultats similaires, c'est-à-dire que la prise en compte du calendrier de promotions permet d'obtenir un niveau de service élevé, mais l'absence de partage d'information sur la capacité disponible entraîne des coûts de pénurie importants. Le scénario D obtient les moins bons résultats. Le fait qu'il n'y ait pas d'échange d'information sur les promotions à venir a un impact significatif sur le réapprovisionnement et le niveau de service. Toutefois, lorsque les coûts de stockage augmentent, le scénario D devient plus bénéfique et se rapproche davantage du scénario le plus profitable.

Plusieurs autres cas d'implantation du CPFR ont également été analysés dans la littérature. Les auteurs Min et Yu (2008) en présentent d'ailleurs une revue détaillée.

### *1.3.3 Les incitatifs*

Les approches collaboratives nécessitent une interaction étroite entre les partenaires de façon à optimiser efficacement l'ensemble du réseau. Toutefois, la réalité d'affaires est souvent tout autre. Il est fort possible qu'un acteur plutôt opportuniste tente d'imposer les règles du jeu. De même, les entreprises ont en général des motivations différentes qui vont guider leurs actions. Notamment, un détaillant a fréquemment tendance à gonfler ses prévisions de demande pour s'assurer que le producteur lui consacrerait suffisamment de capacité, alors que le producteur qui cherche à éviter une production en excès va plutôt sous-estimer les prévisions du détaillant (Cachon & Larivière, 2001). Il se peut également qu'un acteur prenne une décision en considérant les pénalités et récompenses localement plutôt que globalement, ce qui va résulter en une dépense pour les autres partenaires (Simatupang & Sridharan, 2002). Ainsi, pour éviter que des actions cachées ou qu'un manque d'information ne viennent

nuire à une bonne collaboration, il est parfois nécessaire d'utiliser des incitatifs comme des politiques de prix ou des volumes garantis, afin d'encourager chaque acteur à prendre des décisions optimales pour tout le réseau (Narayanan & Raman, 2004).

Plusieurs auteurs se sont donc intéressés aux incitatifs à déployer pour modifier le comportement des partenaires. Dans un chapitre de livre consacré à ce sujet, Cachon (2003) précise que six types sont plus particulièrement étudiés dans la littérature : 1- utilisation d'un prix partenaire; 2- recours à une politique de retour de marchandise; 3- partage du revenu; 4- flexibilité sur la quantité à commander; 5- utilisation d'escomptes de quantité; 6- attribution d'un rabais de vente. Chaque type d'incitatif nécessite un coût d'administration particulier, implique une tolérance au risque différente, et entraîne un besoin en information plus ou moins élevé.

### **Le prix partenaire**

Le premier type d'incitatif étudié repose sur l'utilisation d'un prix partenaire pour encourager les acteurs à agir dans le meilleur intérêt du réseau (*wholesale price contract*). Il ne permet que très rarement une bonne coordination du système, mais il peut toutefois s'avérer efficace dans certains contextes (Cachon, 2003).

Weng (1997) analyse justement différentes politiques de prix comme mécanisme de coordination entre deux partenaires. Plus précisément, l'auteur traite le cas d'un producteur qui fabrique un produit qu'il vend ensuite à un distributeur. Chacun désire prendre une décision qui maximisera son propre profit. Par contre, dans un contexte de forte compétition où la durée de vie des produits est de plus en plus courte, les partenaires ont tout intérêt à coordonner leurs décisions pour maximiser le profit du réseau. Le but de l'article est donc de

proposer un modèle qui réponde au problème de coordonner la décision du producteur avec celle du distributeur, dans un contexte de demande aléatoire sensible au prix, pour un seul produit avec durée de vie limitée. Pour résoudre le problème, l'auteur identifie d'abord le profit du distributeur de même que celui du producteur. Le profit du système est ensuite défini, et il correspond à la somme des fonctions de profit des partenaires. L'auteur développe également la politique optimale pour bien coordonner les décisions du producteur et du distributeur. Sous cette politique, les acteurs vont conjointement déterminer la quantité à produire par le producteur qui va correspondre à la quantité commandée par le distributeur, puis établir le prix de vente du distributeur. L'auteur montre d'abord que, quel que soit le prix choisi par le producteur pour vendre son produit au distributeur, si ce prix est plus élevé que son coût de production, ce ne sera jamais suffisant pour amener le distributeur à vendre le produit au prix de vente optimal ou encore à commander la quantité qui assure la coordination du système. Si le producteur vend son produit au même prix que ce qu'il lui en coûte pour le produire, alors le distributeur va tendre vers une politique de coordination. Il s'agit toutefois d'accorder un paiement fixe au producteur, de manière à redistribuer une partie des profits du système.

Dans un article paru en 2004, Cachon étudie également trois formes d'incitatif basées sur le prix, en analysant comment le risque au niveau des stocks est partagé entre un fournisseur et son détaillant. La première forme de l'incitatif proposée, de type «*Push*», amène le détaillant à commander toute la quantité à l'avance, juste avant la saison des ventes. Le risque quant à la quantité à stocker est alors entièrement supporté par le détaillant. La seconde forme étudiée, de type «*Pull*», encourage le détaillant à commander à chaque jour, durant la saison des ventes. Le risque est alors supporté par le fournisseur, puisque celui-ci doit conserver suffisamment de stock pour satisfaire la demande du détaillant tout au long de la saison. La troisième forme de l'incitatif

étudiée, de type «*Advance-Purchase*», propose deux prix de vente. Le détaillant a la possibilité de commander une partie avant la saison des ventes à un prix «*x*» et une partie durant la saison des ventes à un prix «*y*». Le risque est alors divisé entre les deux partenaires. Plus l'escompte est élevé ( $x < y$ ), plus le risque absorbé par le détaillant est important. La demande durant la saison est considérée comme stochastique. L'auteur développe un modèle mathématique pour chacune des formes de l'incitatif, basé sur l'approche du vendeur de journaux (*newsvendor model*)<sup>3</sup>, puis il les compare ensuite entre eux à l'aide d'une analyse graphique du profit réalisé par chacun des acteurs en fonction de la quantité commandée. L'étude montre d'abord que le détaillant obtient plus de bénéfices de l'utilisation de la forme de l'incitatif qui lui est la plus profitable (type «*Pull*») que le fournisseur lorsque celui-ci utilise également la forme de l'incitatif la plus avantageuse pour lui (type «*Push*»). De plus, pour une certaine quantité commandée «*q*», le profit du détaillant généré avec la forme «*Push*» est identique à celui généré avec la forme «*Pull*». Il en va de même pour le profit du fournisseur. Pour des quantités commandées plus élevées que «*q*», le détaillant préférera toujours opter pour la forme «*Pull*» plutôt que «*Push*», puisqu'elle lui est davantage profitable. L'analyse permet également de constater qu'il est nettement préférable que les acteurs considèrent les incitatifs «*Push*» et «*Pull*» simultanément, car les bénéfices dégagés sont alors beaucoup plus importants. Les partenaires ont donc tout intérêt à d'abord mettre en place un incitatif de forme «*Push*», puis de tendre peu à peu vers la forme «*Pull*», tout en conservant le même prix de vente. La forme «*Advance-Purchase*» s'avère la plus profitable, puisqu'elle incite le fournisseur à prévoir la bonne capacité et pousse le détaillant à commander la quantité optimale. Ce modèle n'est par

---

<sup>3</sup> Par définition, le vendeur de journaux doit décider combien d'unités commander à son fournisseur pour une période de vente donnée, avant de pouvoir observer la demande pour le produit. Si la demande réalisée est supérieure à la quantité commandée, le stock est entièrement vendu, mais une partie de la demande est non satisfaite. Si la demande réalisée est inférieure à la quantité commandée, les unités restantes ne sont plus utiles. Il s'agit donc d'identifier la quantité optimale à commander correspondant à un équilibre entre le surplus et le manque de stock.

contre valable que si les frais additionnels de manutention et de transport pour les quantités commandées durant la saison sont nuls. C'est notamment le cas lorsque les commandes sont livrées individuellement par le même service que celui utilisé pour les livraisons avant la saison. Lorsque le fournisseur doit défrayer des frais supplémentaires ou encore que l'effort du détaillant pour vendre le produit est pris en considération, l'incitatif de forme «*Advance-Purchase*» n'est plus suffisant pour amener le détaillant à commander la quantité optimale.

### **La politique de retour de marchandise**

L'incitatif basé sur une politique de retour de marchandise permet au partenaire de renvoyer une partie ou encore la totalité des produits non vendus en échange d'un crédit (*Buyback contract*). Tout dépendant du contexte étudié, cet incitatif est en général un moyen efficace pour mieux coordonner les décisions des membres du réseau (Paul & Bose, 2004).

Bernstein et Federgruen (2005) se penchent sur l'utilisation de ce type d'incitatif pour un réseau formé d'un fournisseur et de plusieurs détaillants. Plus spécifiquement, les auteurs cherchent à voir si l'application d'une politique de retour de marchandise peut permettre à un système décentralisé de générer autant de profit que lorsque les décisions sont prises par un seul acteur (système centralisé). Les auteurs débutent leur analyse avec le cas de plusieurs détaillants n'interagissant pas compétitivement, c'est-à-dire que chacun prend des décisions qui n'ont aucune influence sur celles des autres acteurs. La demande considérée est aléatoire et sensible au prix. Au début de la période, chaque détaillant choisit le prix de détail et la quantité à commander. Le fournisseur facture ensuite aux détaillants un prix par unité et s'engage à récupérer la marchandise non vendue à un taux par unité. Suite à la



modélisation et à l'analyse du problème (d'après l'approche du vendeur de journaux), les auteurs constatent que si le prix de détail est déterminé à l'interne (par chacun des détaillants), l'utilisation d'un prix fixe ou d'une politique de retour de marchandise ne permet pas de coordonner les décisions des acteurs. La coordination peut toutefois être obtenue si la politique de retour de marchandise est accompagnée d'un escompte de prix. Lorsque ces deux incitatifs sont employés, plus le prix à déboursier par les détaillants est élevé, plus le pourcentage d'unités récupérées à la fin de la saison doit être considérable, de façon à ce que la quantité commandée par les détaillants soit suffisante pour générer des profits acceptables pour tous les acteurs. Lorsque les détaillants rivalisent entre eux, le choix du détaillant en termes de prix et de quantité aura un impact direct sur la compétition. Les auteurs analysent donc ce scénario en recherchant l'existence possible d'un équilibre de Nash<sup>4</sup>. Ils remarquent alors que lorsqu'une politique de retour de marchandise jumelée à un escompte de prix est employée, les décisions des partenaires peuvent toujours être coordonnées s'il y a ajout d'un terme correctif qui prendra une valeur négative si le détaillant choisit un prix de détail supérieur à celui du système centralisé et une valeur positive dans le cas contraire.

Burer *et al.* (2008) analysent un cas pratique dans l'industrie agricole, où l'utilisation d'une politique de retour de marchandise, accompagnée d'un bonus et d'une pénalité, assure la synchronisation du réseau. Le cas concerne un important fournisseur de graines agricoles qui offre ses produits à différents détaillants qui, à leur tour, vendent la marchandise à des cultivateurs. Le fournisseur satisfait la demande à partir de ses stocks, puisqu'il ne peut fabriquer le produit au fur et à mesure que l'information sur la demande lui parvient (délai de production beaucoup trop long). Les détaillants font face à une

---

<sup>4</sup> Un équilibre de Nash correspond à une combinaison de stratégies telle qu'aucun joueur ne regrette son choix après avoir constaté celui des autres (Moyaux, 2004).

demande incertaine pour chaque variété de graines et ils cherchent à commander une quantité qui leur permette de maximiser leurs profits. Puisqu'ils peuvent retourner la marchandise non vendue à la fin de la saison, ils vont avoir tendance à gonfler leur demande pour éviter toute rupture de stock. Par conséquent, les coûts supportés par le fournisseur sont considérables. Pour éviter des comportements abusifs, le fournisseur va donc offrir un bonus si les ventes du détaillant atteignent ou surpassent un certain pourcentage de la quantité commandée. Les auteurs étudient également un autre type d'incitatif qui repose encore une fois sur l'utilisation d'un bonus, accompagné toutefois d'une pénalité sur les produits retournés. Les auteurs identifient d'abord la quantité optimale à commander qui maximise le profit du système. Ils calculent ensuite la quantité commandée par le détaillant qui maximise son profit. Ils analysent également l'impact des incitatifs sur le comportement du détaillant. Les auteurs font alors état de quelques observations. Notamment, l'utilisation d'un bonus peut amener le détaillant à commander la quantité optimale pour le système, tout dépendant du type de demande rencontrée. Plus il existe d'incertitude sur la demande, plus la coordination est difficile. C'est pourquoi les auteurs précisent que ce type d'incitatif devrait être employé pour des variétés de graines bien connues et utilisées depuis longtemps par les cultivateurs. Lorsque le bonus est accompagné d'une pénalité, il est alors toujours possible de bien synchroniser les décisions des partenaires, c'est-à-dire de pousser le détaillant à commander la quantité qui maximise le profit du système. Cette façon de faire pourrait donc être employée pour les nouveaux produits dont la demande est plutôt incertaine.

## Le partage du revenu

L'incitatif de type partage du revenu amène le détaillant à diviser les gains avec le fournisseur, moyennant un prix d'achat plus faible (*revenue-sharing contract*). Il contribue non seulement à bien coordonner les décisions des partenaires, mais il aide également à partager équitablement les profits du réseau. Ce type d'incitatif se veut d'ailleurs particulièrement efficace lorsque la demande pour le produit n'est pas sensible au prix (Wang *et al.*, 2004).

Les auteurs Cachon et Lariviere (2005) se sont intéressés à cet incitatif pour un réseau composé d'un fournisseur et d'un détaillant. Le détaillant prend deux décisions qui vont déterminer le revenu total généré, soit la quantité à commander et le prix de détail. Les auteurs ont également analysé le cas de plusieurs détaillants dans un environnement compétitif. Plusieurs points ont alors été relevés. Tout d'abord, l'incitatif de type partage du revenu permet la coordination du réseau. Le détaillant choisit la quantité optimale à commander et le prix de détail, puis le profit du réseau est divisé entre les deux acteurs. Dans le cas de plusieurs détaillants, l'incitatif de type partage du revenu peut encore une fois coordonner le réseau dans un environnement non compétitif, même si les détaillants possèdent des fonctions de revenu différentes. Pour qu'elle fonctionne, la coordination exige du fournisseur qu'il vende son produit à un prix inférieur à son coût de production. Le fournisseur commence donc avec une perte de profit, mais dès que les ventes débutent, il récolte des bénéfices en partageant les revenus du détaillant. Lorsque les détaillants évaluent chacun de leur côté la quantité à commander et le prix à fixer afin de maximiser leurs revenus, l'incitatif de type partage du revenu favorise la coordination lorsque les détaillants rivalisent sur les quantités, mais pas lorsque les détaillants rivalisent à la fois sur les quantités et sur les prix. Les auteurs concluent leur article en mentionnant que, malgré l'efficacité de ce type d'incitatif, le partage du revenu

comporte tout de même certaines limites. Notamment, il est moins efficace pour un fournisseur desservant plusieurs compétiteurs. De plus, les coûts pour administrer une telle stratégie sont loin d'être négligeables, puisque le fournisseur doit toujours être au fait quant aux ventes et revenus du détaillant pour assurer un partage équitable des profits. Cet incitatif n'est également pas idéal lorsque les actions du détaillant peuvent influencer la demande. Pour un tel cas, l'utilisation d'escomptes de quantité est davantage appropriée.

Hu *et al.* (2007) ont plutôt porté leur analyse sur un réseau formé de trois joueurs, soit un fournisseur, un producteur et un détaillant. Ils ont ainsi voulu vérifier si le partage du revenu pouvait faciliter la coordination des décisions des trois acteurs. Après avoir comparé un modèle décisionnel centralisé avec un modèle de prise de décisions décentralisées, les auteurs ont observé que les prix fixés pour un système décentralisé étaient beaucoup plus élevés que le prix établi lorsqu'il n'y a qu'un seul décideur. De plus, la quantité commandée lorsque chaque acteur optimise ses décisions localement était plus importante que celle qui maximise le profit du système. Les auteurs ont ensuite démontré que si les acteurs partagent adéquatement les revenus, c'est-à-dire que le détaillant redistribue une partie de ses revenus avec le producteur, et que le producteur fait de même avec le fournisseur, les décisions se rapprochent alors davantage des conditions optimales. Toutefois, comme l'avaient remarqué Cachon et Lariviere (2005), le fournisseur et le producteur doivent vendre leur produit à un prix inférieur à leur coût de production pour que la coordination soit atteinte. Il s'agit ensuite de veiller à redistribuer équitablement les profits pour assurer une collaboration avantageuse pour tous les acteurs.

### **La flexibilité sur la quantité commandée**

Avec un incitatif de type quantité flexible (*quantity-flexibility contract*), le détaillant doit s'engager à acheter une certaine quantité, mais il a la possibilité de réajuster sa commande suite à une meilleure connaissance de la demande. Ce type d'incitatif pousse les acteurs à prendre des décisions optimales pour le réseau uniquement sous certaines conditions, notamment sous des régimes forcés, c'est-à-dire lorsque le partenaire doit respecter l'engagement à la lettre.

Tsay (1999) analyse l'utilisation de ce type d'incitatif pour un fournisseur et son détaillant. Plusieurs cas sont traités : avec contrôle décentralisé sans partage d'information, avec contrôle décentralisé et partage d'information sans engagement et finalement avec contrôle décentralisé, partage d'information et engagement sous la forme d'un incitatif de type quantité flexible. Dans tous les cas à l'exception du dernier modèle, l'auteur démontre que les approches ne permettent pas de générer suffisamment de profit et de répartir équitablement les risques. Lorsqu'il n'y a pas de partage d'information, le fournisseur doit seulement se fier au comportement d'achat du détaillant pour évaluer la demande, ce qui ne mène pas à de bons résultats. De plus, le détaillant a généralement tendance à gonfler la demande. Lorsqu'il y a partage d'information sans engagement, le problème n'est toujours pas réglé. Pourquoi le fournisseur adapterait-il sa capacité pour répondre aux prévisions du détaillant si aucun bénéfice ne lui est garanti? Il faut donc considérer l'ajout d'un engagement de la part de chaque acteur pour rendre le système efficace. Il s'agit alors d'utiliser un incitatif de type quantité flexible pour amener le détaillant à s'engager à commander un certain pourcentage en dessous de la prévision et le fournisseur à livrer une certaine quantité au-dessus. De cette façon, le coût résultant d'une demande incertaine sera partagé par les deux acteurs. L'auteur présente aussi quelques exemples numériques avec variation de la flexibilité et

du prix payé par le détaillant au fournisseur. Il démontre notamment que le détaillant sera prêt à accepter davantage de stock pour une réduction du prix. Il dénote également que l'incitatif doit être ajusté lorsqu'il y a une très grande variation de la demande, c'est-à-dire lorsque la valeur attendue est très différente de la valeur réelle observée. En examinant les motivations de chaque acteur, l'auteur en conclut que l'inefficacité du système décentralisé est due à l'absence d'une structure additionnelle au partage de l'information. Le problème peut être partiellement réglé en utilisant un incitatif de type quantité flexible. Ce n'est pas un incitatif qui semble difficile à implanter et il permet à chaque acteur de supporter une partie des coûts de stockage et de pénurie. Ce type d'incitatif devrait être particulièrement utilisé lorsque les partenaires divergent d'opinion quant au partage de l'information et à l'appropriation des stocks.

Wu (2005) étudie également ce type d'incitatif pour un réseau constitué d'un producteur et d'un détaillant. Le producteur vend son produit au détaillant qui propose à son tour le produit au marché final. Le détaillant fournit au départ des prévisions de demande au producteur pour lui donner une idée de la quantité qu'il envisage d'acheter. Le producteur estime donc ses besoins en termes de matières premières et de capacité d'après ces prévisions. Le détaillant collecte ensuite de nouvelles informations sur la demande. Pour éviter que les quantités commandée et produite ne soient complètement différentes ou encore que les prévisions ne soient pas du tout représentatives, l'auteur propose l'utilisation d'un incitatif de type quantité flexible comme moyen de coordonner les décisions des deux joueurs. Sous cet incitatif, le détaillant prend des engagements au temps « $t=0$ » sur la quantité à commander « $q$ », la flexibilité « $w$ » et le prix « $c$ » à payer au producteur. Il obtient ensuite de nouvelles informations sur la demande et au temps « $n$ », il doit acheter au minimum « $q*(1-w)$ » unités, jusqu'à un maximum de « $q$ ». Il a donc la flexibilité de dévier dans une certaine proportion sa commande de la quantité pour laquelle il s'est engagé. Le producteur garantit

quant à lui une disponibilité du produit jusqu'à  $q$  unités. L'auteur procède à une analyse du profit optimal de chaque acteur et dégage alors les remarques suivantes : du point de vue du détaillant, plus la flexibilité est élevée, plus le risque est partagé et plus il peut augmenter la quantité sur laquelle s'engager sans nécessairement augmenter sa quantité minimale d'achat. Pour le producteur, plus la flexibilité est élevée, plus le risque devient considérable, puisque le détaillant a le loisir de s'engager sur une quantité élevée à acheter sans nécessairement commander une grande partie de cet engagement. En examinant le prix payé par le détaillant au producteur, facteur important pour bien allouer le profit entre les deux acteurs lorsque le système est décentralisé, l'auteur mentionne que plus il est élevé, moins l'option flexibilité est rentable pour le détaillant, alors qu'il produit l'effet contraire sur le profit du producteur. Le prix fait au détaillant ne doit toutefois pas être trop élevé, sinon aucun des deux acteurs n'en ressortira gagnant.

Xu et Weng (2007) s'interrogent sur l'impact d'une entente de type quantité flexible lorsque l'information est inconnue. Le système à l'étude est composé d'un fournisseur et d'un détaillant. Le fournisseur propose une série d'ententes de type quantité flexible à son partenaire, et celui-ci doit choisir celle qui lui permet le mieux de maximiser son profit. Lorsque le fournisseur a accès à toute l'information, c'est-à-dire qu'il connaît les coûts de son partenaire, il est en mesure de proposer une entente qui encourage le détaillant à commander la quantité optimale pour le système. En retour, le fournisseur offre alors une compensation au détaillant pour mieux répartir les coûts. Toutefois, lorsque l'information est inconnue, le fournisseur n'a accès qu'à la distribution des coûts du détaillant. Il n'est alors plus en mesure d'offrir une entente à la fois optimale pour lui-même et pour le système. En procédant à une étude numérique, les auteurs ont démontré que pour une telle situation, c'est-à-dire lorsqu'il n'y a qu'une connaissance partielle de l'information, il y a perte de profit à la fois pour

le système et pour le fournisseur. Par contre, lorsque toute l'information est connue du fournisseur, la coordination du système est toujours possible.

### **Les escomptes de quantité**

Avec les escomptes de quantités (*quantity discount*), il s'agit d'encourager le partenaire à commander un certain volume, moyennant un escompte sur les unités commandées. Cet incitatif est régulièrement utilisé pour amener les acteurs à commander la quantité optimale pour le réseau.

Munson et Rosenblatt (2001) explorent les bénéfices de l'utilisation de ce type d'incitatif pour un réseau à trois acteurs. Plus précisément, les auteurs étudient le cas d'un producteur qui tente de dicter la quantité en circulation dans le réseau, en réclamant un escompte sur toutes les unités commandées auprès de son fournisseur, tout en offrant un rabais différent à son détaillant. De cette façon, il peut amasser une grande part des économies potentielles du système ou encore partager une partie des gains avec les autres acteurs. Cette façon de faire s'adresse particulièrement aux grandes entreprises comme Proctor & Gamble qui sont en mesure de dicter les règles du jeu étant donné leur position stratégique. Les auteurs présentent d'abord un exemple numérique qui justifie l'intérêt d'utiliser des escomptes à chaque bout de la chaîne. Ils modélisent ensuite le cas à l'étude, en supposant que tous les paramètres utilisés dans le modèle sont déterministes. Ils développent d'abord un escompte de quantité sous la forme d'une compensation pour le détaillant et le fournisseur. Ils déterminent ensuite la quantité optimale à commander du détaillant et la taille de lot du producteur. Ils élaborent également un algorithme qui permet de localiser la combinaison idéale de taille de lot fournisseur/producteur. La procédure pour obtenir la solution optimale consiste à déterminer la quantité à commander par le détaillant ainsi que les tailles de lot du producteur et du



fournisseur qui minimisent les coûts nets du producteur. Un algorithme est donc proposé pour résoudre le problème et il est défini en plusieurs étapes. Pour que le système soit efficace, les auteurs ont observé que le moment de la négociation est crucial. Le producteur doit d'abord négocier avec le fournisseur en vue d'obtenir un escompte de quantité, et c'est seulement si le fournisseur accepte de lui offrir cet escompte qu'il pourra alors offrir à son tour un rabais à son détaillant. Si le fournisseur ne consent pas à offrir un escompte, le producteur doit dès lors proposer un escompte au détaillant qui ne tient pas compte des coûts liés au fournisseur. Cependant, si le fournisseur est coopératif mais pas le détaillant, le producteur doit alors uniquement prendre en compte les bénéfices de la coordination avec le fournisseur.

Weng (2004) analyse plutôt un réseau composé d'un producteur et d'un acheteur, qui ont à faire face à une demande aléatoire. L'acheteur cherche à maximiser ses revenus tout en minimisant son coût d'achat, de commande, de transport et de pénurie, alors que le producteur désire également maximiser ses revenus tout en minimisant son coût de production et de mise en route. L'acheteur doit déterminer la quantité à commander, en tenant compte du fait que le producteur offre un escompte sur toutes les unités si la quantité achetée est supérieure à une certaine valeur. L'auteur développe d'abord la politique optimale de commande de l'acheteur sans escompte de quantité, en se basant sur l'approche du vendeur de journaux. Il propose ensuite une politique d'escompte à mettre en pratique pour modifier le comportement d'achat du partenaire. L'auteur constate alors que la coordination du système a pour effet d'augmenter le nombre d'unités fabriquées par le producteur et conservées par l'acheteur, mais elle ne résulte pas toujours en une augmentation substantielle du profit du système. Néanmoins, les bénéfices de la coordination augmentent lorsque les coûts de pénurie, de commande, de transport et de mise en route deviennent plus importants. L'utilisation d'escomptes de quantité permet donc

de mieux coordonner les décisions des partenaires et, sous certaines conditions, de diminuer les coûts d'opération du système, ce qui résulte en un accroissement du profit du réseau.

Sirias et Mehdra (2005) analysent également un réseau à deux acteurs, en comparant cette fois l'utilisation d'escomptes de quantité avec l'application d'escomptes de délais. Le producteur satisfait la demande du distributeur à partir de ses stocks. Un système de contrôle continu l'amène à produire un nombre de lots de taille «Q» à chaque fois que le niveau de stock atteint une valeur prédéterminée. Le producteur est responsable de la livraison des produits chez le distributeur et il utilise un seul mode de transport. Le coût de livraison associé est proportionnel à la taille du chargement. Le distributeur veille à satisfaire la demande du client final. Il vérifie périodiquement ses stocks et procède à une commande dès que le niveau est inférieur ou égale à une certaine valeur (politique (s,S)). Pour encourager le distributeur à adopter un comportement favorable pour le système, le producteur met en place deux mécanismes de coordination. Dans le premier cas, il offre un escompte sur toutes les unités si une quantité minimum est commandée. Dans le second cas, il propose un escompte si davantage de temps lui est accordé pour fabriquer le produit, c'est-à-dire si le distributeur révisé plus régulièrement son niveau de stock et partage ensuite cette information avec lui. De manière à prendre en compte un ensemble de paramètres opérationnels, les auteurs optent pour la simulation afin de tester chaque cas. Ils explorent d'abord le cas sans coordination et procède ensuite à l'expérimentation pour les deux cas avec mécanisme de coordination. Les auteurs dégagent alors des observations fort intéressantes. Tout d'abord, lorsqu'il y a utilisation d'escomptes de quantité et que la demande du client final est aléatoire, le mécanisme de coordination ne permet pas d'obtenir de meilleurs résultats que lorsque le système n'est pas coordonné. En effet, le nombre de commandes ne diminue pas nécessairement,

même si la quantité commandée par le distributeur est plus importante, ce qui ne permet pas d'abaisser le coût de commande. De plus, puisque la quantité achetée est plus grande et que les commandes sont aussi fréquentes, le producteur n'est pas en mesure de diminuer son coût de mise en route ou de stockage. Même s'il vend davantage de marchandise, l'escompte fait en sorte que les coûts de production deviennent plus importants que les revenus générés. Pour ce contexte, il semble donc que les escomptes de quantité ne soient pas efficaces pour accroître les profits du système. Des bénéfices substantiels peuvent toutefois être obtenus de l'utilisation d'un escompte de délai. Grâce à une révision plus fréquente du niveau de stock, le distributeur est en mesure de procéder à des commandes qui sont plus près de la demande réelle du client final. La taille des commandes est ainsi moins variable et le producteur peut alors diminuer considérablement son niveau de stock.

### **Le rabais de vente**

Avec le rabais de vente (*sales-rebate contract*), le fournisseur propose d'abord au détaillant un prix par unité, puis il lui accorde ensuite un rabais lorsque les ventes atteignent une certaine valeur. Très peu étudié dans la littérature, ce type d'incitatif contribue à modifier le comportement du partenaire, mais il ne permet généralement pas la coordination du réseau.

Dans leur étude, Krishnan *et al.* (2004) prennent en considération l'effort que peut exercer un détaillant pour la vente d'un produit. Plus particulièrement, la situation étudiée est la suivante : un producteur offre un produit à son détaillant. Le détaillant détermine le niveau de stock ainsi que le niveau d'effort à fournir pour vendre ce produit au client final. Il peut s'agir par exemple de planifier une chute de prix, l'émission de coupons, etc. La problématique pour ce genre de situation réside dans le fait que si le producteur vend son produit à un prix trop

élevé, le détaillant commandera alors une quantité insuffisante pour permettre la maximisation du profit du système. Le producteur peut donc avoir recours à une politique de retour de marchandise pour amener le détaillant à commander la quantité optimale. Par contre, plus rien n'incitera alors le détaillant à faire un effort pour vendre le produit. Ainsi, même si la politique de retour de marchandise pousse le détaillant à commander la bonne quantité, elle crée du même coup un problème au niveau de l'effort à fournir. Les auteurs cherchent donc à voir si l'ajout d'un second incitatif, comme un rabais par rapport aux ventes effectuées, peut encourager le détaillant à vendre efficacement le produit.

À des fins de comparaison, ils développent d'abord un modèle basé sur un système centralisé. Ils élaborent ensuite un modèle reposant sur un système décentralisé en utilisant un incitatif de type politique de retour de marchandise. Ils démontrent alors que cet incitatif a pour effet de diminuer l'effort que va exercer le détaillant pour vendre le produit. Pour contrer cet effet, les auteurs analysent l'ajout d'un second incitatif qui peut prendre l'une des trois formes suivantes : partage du coût associé à l'effort (coût d'investissement, coût de promotion, coût de publicité, ...), rabais offert par le producteur au détaillant et restrictions imposées avec la politique de retour de marchandise. Lorsque les coûts associés à l'effort sont vérifiables, le producteur peut coordonner le réseau en partageant les dépenses liées à l'effort avec le détaillant. Lorsque ces coûts ne sont pas vérifiables, mais que les deux acteurs sont en mesure d'observer la demande, le producteur est alors à même d'offrir un rabais au détaillant si les ventes de celui-ci atteignent une certaine valeur (imposée par le producteur). Il peut également choisir d'avoir recours à une politique de retour de marchandise plus restrictive, en accordant un crédit uniquement pour les articles non vendus au-dessus d'un certain seuil (défini encore une fois par le producteur). Les auteurs effectuent ensuite une étude numérique pour comparer

chacun des modèles lorsque toutes les informations sont disponibles (coût de l'effort et demande). Ils constatent alors que pour un prix donné, l'incitatif de type rabais de vente rapporte en général davantage au producteur, tout dépendant du contexte. Pour d'autres cas, l'incitatif avec partage du coût de l'effort permet d'obtenir de meilleurs résultats. Quelle que soit la forme du second incitatif, son ajout améliore toujours l'efficacité du système.

### **Autres types d'incitatif**

Plusieurs dérivés de chacun de ces incitatifs sont régulièrement rencontrés dans la littérature. Corbett et DeCroix (2001) ainsi que Corbett *et al.* (2005) analysent le partage des économies entre les partenaires, pour favoriser la diminution de la consommation d'une matière première très coûteuse. Urban (2007) examine la garantie d'une certaine marge de profit afin de modifier le comportement des acteurs. Serel *et al.* (2001), Shen et Pang (2004), de même que Durango-Cohen et Yano (2006), se penchent sur la réservation de la capacité de production et sur le prix à payer pour garantir un volume d'approvisionnement. Tous ces incitatifs sont développés dans le même but, trouver un moyen de mieux coordonner les décisions des acteurs pour atteindre le profit maximal du réseau.

#### **1.3.4 La négociation**

Plutôt que d'explorer l'utilisation d'incitatifs ou la mise de l'avant d'une approche collaborative pour encourager les partenaires à prendre des décisions optimales pour l'ensemble du réseau, certains auteurs ont préféré examiner le recours à la négociation pour mieux synchroniser les activités. Ils ont donc tenté de voir comment les partenaires pouvaient en arriver à converger vers une même quantité à produire et à commander, tout en tenant compte de leurs contraintes opérationnelles.

Les auteurs Dudek et Stadtler (2005, 2007) se sont justement intéressés à un processus de négociation entre deux acteurs pour bien synchroniser les plans d'approvisionnement et de commande, puis ils ont ensuite adapté leur modèle pour un réseau formé d'un fournisseur et de plusieurs acheteurs. Plus particulièrement, les auteurs ont d'abord développé un modèle décisionnel du point de vue d'un acheteur et un modèle décisionnel du point de vue d'un fournisseur. L'objectif consiste à déterminer la quantité à commander et à fournir qui minimise un ensemble de coûts (stockage, production, transport, achat). Les auteurs ont également introduit des contraintes de capacité à l'intérieur de leurs modèles dans le but de proposer des plans réalisables et représentatifs de la réalité d'affaires. La demande considérée est déterministe et le temps de mise en route est supposé négligeable. Le processus de négociation entre les deux acteurs se fait de manière itérative : une première ébauche de plans est réalisée par chacun des acteurs (plan de commande pour l'acheteur, plan d'approvisionnement pour le fournisseur) et cette information est ensuite échangée. Des modifications sont alors apportées pour rapprocher le plus possible les deux plans, d'après un objectif de minimisation des coûts. Une solution finale est par la suite identifiée, découlant de toutes les modifications apportées. Les auteurs ont choisi d'utiliser l'approche du «*goal programming*» pour résoudre le problème. En procédant à une étude numérique, ils ont constaté qu'il est possible de parvenir rapidement à une entente qui respecte bien les objectifs de chaque acteur et qui minimise les coûts du réseau. Pour inciter l'acheteur à participer à une telle négociation, les auteurs ont suggéré d'utiliser un bonus. De cette façon, l'acheteur s'engage à commander la quantité obtenue de la négociation et en retour, le fournisseur lui remet un bonus de manière à assurer un partage équitable des profits.

Zhu *et al* (2007) ont eux aussi élaboré un modèle de planification des activités basé sur la négociation. Les auteurs se sont penchés sur un réseau formé d'un

fournisseur qui dessert à la fois un acheteur et le marché. L'acheteur acquiert de la marchandise du fournisseur, mais il peut également obtenir les produits du marché. Pour un tel contexte, les auteurs ont d'abord développé un modèle de négociation entre les deux partenaires, de manière à identifier la quantité à livrer qui maximise chacun de leur profit. Les coûts d'achat et de stockage des deux acteurs, de même que des contraintes de niveaux de stock, sont pris en considération. Le processus de négociation se déroule de la façon suivante : chaque acteur planifie de son côté la quantité à livrer ou à commander, puis l'information est échangée. Une négociation a alors lieu pour converger vers une seule et même quantité d'approvisionnement. Les auteurs ont ensuite développé un modèle de planification intégrée à des fins de comparaison. Suite à une étude numérique, les auteurs ont observé une convergence possible de la quantité à livrer et à commander lors de la négociation. Le profit ainsi obtenu est toutefois inférieur au profit généré lorsqu'il y a planification intégrée du système.

Jung *et al.* (2008) se sont plutôt attardés à une négociation menée par un des acteurs. Plus précisément, c'est le distributeur qui détermine d'abord la quantité à livrer qui maximise son profit, puis le fournisseur peut satisfaire partiellement ou totalement cette demande via une ou plusieurs de ses usines. Aucune information confidentielle n'est dévoilée lors de la négociation. Les partenaires ne s'échangent de l'information que sur la quantité à commander et à fournir. Le distributeur détermine d'abord un plan d'approvisionnement pour plusieurs produits qui maximise ses revenus, tout en minimisant son coût de transport, de stockage et d'achat. Il soumet ensuite son plan au fournisseur qui définit à son tour la quantité à produire et à livrer qui maximise ses revenus, tout en minimisant son coût de production et de stockage. Des contraintes de capacité de production et de stockage sont également prises en compte. Si le fournisseur n'est pas en mesure de satisfaire totalement la demande du distributeur, il lui fait parvenir la quantité qu'il peut livrer de chacune de ses usines. Le distributeur

élabore alors un nouveau plan d'approvisionnement qui prend en considération les limites du fournisseur. Les auteurs ont opté pour la programmation linéaire afin de développer les modèles de planification de chaque acteur. Ils ont également défini un modèle de planification centralisée pour le comparer aux résultats de la négociation. Ils ont alors démontré qu'il est toujours possible d'identifier un plan réalisable suite à la négociation. De même, la quantité ainsi livrée génère des bénéfices élevés qui se rapprochent de ceux obtenus sous une planification centralisée. Par conséquent, même si les partenaires ne partagent pas d'information sur les coûts ou la demande lors de la négociation, ils sont tout de même en mesure de s'entendre sur une quantité à échanger qui est profitable pour le système.

### 1.3.5 Les mécanismes de coordination, en résumé

Que ce soit via le partage de l'information, le recours à des approches collaboratives reconnues, l'utilisation d'incitatifs ou encore la négociation, les auteurs cherchent tous à découvrir le bon moyen de coordonner les décisions des partenaires de façon à générer le maximum de profit pour le réseau. Leurs travaux ont démontré que la mise en pratique d'une ou de plusieurs de ces stratégies pouvaient contribuer à améliorer grandement l'efficacité du système, même pour des contextes variés. Le tableau 1.3 résume les différents auteurs présentés dans ce chapitre.

**Tableau 1.3 : Résumé des auteurs détaillés dans ce chapitre qui ont analysé divers mécanismes de coordination dans les réseaux**

Mécanismes de coordination	Objectif visé	Les auteurs
Partage de l'information	Diminuer l'effet coup de fouet	Lee <i>et al.</i> (1997), Chen Fr. <i>et al.</i> (2000), Chen F. (2003)
	Faire connaître l'information en début de chaîne	Chen F. (2003), Schneeweiss et Zimmer (2004), Cheng <i>et al.</i> (2006)



**Tableau 1.3 : Résumé des auteurs détaillés dans ce chapitre qui ont analysé divers mécanismes de coordination dans les réseaux (suite et fin)**

<b>Mécanismes de coordination</b>	<b>Objectif visé</b>	<b>Les auteurs</b>
Partage de l'information	Faire connaître l'information <b>en bout de chaîne</b>	Cachon et Fisher (2000), Chen F. (2003)
Les approches collaboratives	<b>Le ECR</b> pour améliorer la mise en marché et l'approvisionnement des produits	Martel (2000), Kurnia et Jonhston (2001), Kurnia <i>et al.</i> (2006)
	<b>Le VMI</b> pour une gestion partagée des approvisionnements	Barratt et Oliveira (2001), Disney et Towill (2003), Q. Zhang et Da (2004), Bertazzi <i>et al.</i> (2005), Danese (2006a), Dong <i>et al.</i> (2006), Yao <i>et al.</i> (2007)
	<b>Le CPFR</b> pour favoriser le partage de l'information et tendre vers une efficacité globale du réseau	Barratt et Oliveira (2001), Stank <i>et al.</i> (2001), Jabiri <i>et al.</i> (2002), Fliedner (2003), Steermann (2003), VICS (2004), Chung et Leung (2005), Danese (2006b), Cederlund <i>et al.</i> (2007), Chen M.-C. <i>et al.</i> (2007), Min et Yu (2008)
Les incitatifs	<b>Le prix partenaire</b> pour changer le comportement d'achat	Wang (1997), Cachon (2003, 2005)
	<b>La politique de retour de marchandise</b> pour faciliter la coordination des activités	Cachon (2003), Paul et Bose (2004), Burnstein et Federgruen (2005), Burer <i>et al.</i> (2008)
	<b>Le partage du revenu</b> pour favoriser une répartition équitable des bénéfices	Cachon et Lariviere (2001, 2005), Cachon (2003), Wang <i>et al.</i> (2004), Hu <i>et al.</i> (2007)
	<b>La flexibilité sur la quantité commandée</b> pour mieux utiliser l'information	Tsay (1999), Cachon (2003), Wu (2005), Xu et Weng (2007)
	<b>Les escomptes de quantité</b> pour modifier les commandes du partenaire	Munson et Rosenblatt (2001), Cachon (2003), Weng (2004), Sirias et Mehdra (2005)
	<b>Le rabais de vente</b> pour contrer les actions cachées	Cachon (2003), Krishnal <i>et al.</i> (2004)
	<b>Le partage des économies</b> pour diminuer la consommation de matériaux coûteux	Corbett et DeCroix (2001), Corbett <i>et al.</i> (2005)
	<b>La garantie d'une marge de profit</b> pour influencer les décisions des partenaires	Urban (2007)
	<b>La réservation de la capacité</b> pour rendre la planification de la production plus efficace	Serel <i>et al.</i> (2001), Shen et Pang (2004), Durango-Cohen et Yano (2006)
La négociation	Pour mieux <b>synchroniser les opérations</b>	Dudek et Stadtler (2005, 2007), Zhu <i>et al.</i> (2007), Jung <i>et al.</i> (2008)

#### **1.4 Critique de la littérature**

Le choix du mode de collaboration ou de l'incitatif à mettre en place demeure toutefois difficile. Les entreprises doivent non seulement tenir compte de leur contexte d'affaires (type de demande rencontré, particularités du produit, délais de production et de livraison, etc.), mais elles doivent également être en mesure d'évaluer l'impact qu'aura une telle façon de faire sur leur système (Schneeweiss & Zimmer, 2004).

Dans la littérature, certains auteurs traitent cette problématique de manière plus théorique. Les nombreux concepts de la collaboration sont exposés, des facteurs critiques sont identifiés, mais très peu d'information quant au moyen de mettre en pratique toutes ces notions n'est mentionnée. D'autres auteurs explorent plutôt la problématique de façon analytique, en utilisant notamment la théorie des jeux et les équilibres de NASH (voir par exemple Cachon, 2003). Cette façon de faire nécessite toutefois la formulation d'hypothèses qui rendent généralement difficile l'implantation des modèles développés de manière concrète. En effet, plusieurs paramètres sont souvent considérés comme connus ou négligeables. Les auteurs vont par exemple supposer des délais de livraison nuls (l'entreprise reçoit son produit instantanément après l'avoir commandé), des capacités infinies (de production et de distribution) ou encore des temps de mise en route négligeables. Pourtant, le contexte réel des entreprises est souvent complètement différent. De même, les auteurs arrêtent régulièrement leur analyse à une ou quelques périodes, alors qu'une entente interentreprises constitue un projet à long terme qui s'étend souvent sur plusieurs années.

Le réseau sur lequel les auteurs basent leur analyse est par ailleurs fréquemment limité à deux acteurs, ou encore un joueur versus un groupe de

joueurs identiques. Très peu d'auteurs ne prennent en compte le fait qu'un fournisseur a en général un ensemble de clients à desservir et qu'un acheteur a souvent accès à plus d'une source d'approvisionnement. Dans un contexte de mondialisation et d'ouverture des marchés, la compétition est de plus en plus féroce. Les entreprises ont donc tendance à se déployer et à prendre la forme d'un réseau manufacturier et logistique complexe pour être compétitives et aptes à oeuvrer sur l'échiquier mondial. Les modèles de collaboration proposés doivent donc refléter cette réalité et prendre en compte un réseau plus étendu dans lequel chaque entreprise interagit avec d'autres organisations.

Finalement, très peu d'auteurs s'intéressent à l'impact de la collaboration sur le mode de planification et la prise de décisions des partenaires. Pourtant, les entreprises ont régulièrement de nombreux clients à satisfaire à partir d'une capacité de production habituellement limitée. Elles sont donc tenues d'attribuer correctement leur volume de production pour bien répondre à la demande. Elles doivent également s'assurer de recevoir suffisamment de matières premières au bon moment, de livrer les commandes en entier dans un court délai et de respecter tous les standards et normes en vigueur, avant de s'engager auprès de leurs partenaires. Autrement, elles risquent de se lancer dans une relation qu'elles ne seront pas en mesure de mener à bien. Il faut également préciser que la mise en place d'une approche collaborative entre deux ou plusieurs entreprises va entraîner des changements significatifs au sein de chaque organisation. Le mode de gestion de l'information devra être revu, le modèle de coûts devra être adapté, un nouveau système de mesure de la performance aura à être déployé et la nature des décisions de planification sera perturbée par les nouvelles pratiques mises de l'avant. Même si la prise en compte de tous ces paramètres devient rapidement complexe, elle est néanmoins nécessaire pour bien illustrer la réalité de l'entreprise. Le tableau 1.4 présente d'ailleurs quelques exemples d'hypothèses posées par les auteurs qui ne

reflètent pas toujours le contexte des entreprises. Il précise également les pistes de recherche explorées et, par le fait même, celles qui sont parfois négligées.

**Tableau 1.4 : Quelques exemples de travaux portant sur les collaborations et les mécanismes de coordination**

Auteurs	Problématique	Hypothèses	Pistes de recherche explorées		
			<i>Réseau à plus de 2 joueurs</i>	<i>Multi-périodes</i>	<i>Impact sur les opérations</i>
Bernstein et Federgruen (2005)	Comment définir une politique de retour de marchandise pour accroître les profits d'une chaîne décentralisée?	-Un fournisseur, «n» détaillants -Capacité d'approvisionnement du fournisseur infinie -Analyse sur une seule période -Demande stochastique	√		
Cachon et Lariviere (2005)	Est-il possible de modifier les décisions des partenaires et de bien répartir les profits à l'aide d'un incitatif de type partage du revenu?	-Un fournisseur, «n» détaillants -Le coût de gestion de l'incitatif est négligé -Pas de pénalité liée aux ventes perdues -Demande déterministe et stochastique	√		
Jung <i>et al.</i> (2008)	La négociation peut-elle permettre d'atteindre un profit du système aussi élevé que lorsque la planification est centralisée?	-Un producteur, un distributeur -Le distributeur dirige la négociation -Les délais de production et de distribution sont supposés négligeables -Demande déterministe		√	√
Krishnan <i>et al.</i> (2004)	Comment bien coordonner un système lorsque l'effort de vente entre en jeu?	-Un producteur, un détaillant -Un seul type de produit -Le produit n'a pas de valeur de récupération -Demande aléatoire			

**Tableau 1.4 : Quelques exemples de travaux portant sur les collaborations et les mécanismes de coordination (suite et fin)**

Auteurs	Problématique	Hypothèses	Pistes de recherche explorées		
			<i>Réseau à plus de 2 joueurs</i>	<i>Multi-périodes</i>	<i>Impact sur les opérations</i>
Schneeweiss et Zimmer (2004)	Quels mécanismes faut-il employer pour mieux coordonner un système lorsque l'information est incomplète?	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Un fournisseur, un producteur</li> <li>-Contraintes de capacité prises en compte</li> <li>-Temps de mise en route négligeable</li> <li>-Demande déterministe</li> </ul>		√	√
Xu et Weng (2007)	Comment utiliser un incitatif de type quantité flexible pour contrer l'effet de l'information asymétrique?	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Un fournisseur, un détaillant</li> <li>-Les paramètres de l'incitatif sont préalablement définis par les acteurs</li> <li>-Demande stochastique</li> </ul>			

Il faut donc chercher à explorer les collaborations interentreprises dans une perspective plus pratique, de manière à identifier clairement comment le choix du mode de collaboration va affecter la façon de faire de chaque acteur. Il s'agit alors de développer des modèles décisionnels détaillés qui prennent en compte la méthode de planification et les contraintes réelles des entreprises, de même que les mécanismes mis de l'avant pour mieux échanger les biens et l'information. Plutôt que d'utiliser une approche théorique ou encore analytique pour traiter le problème, nous avons donc choisi de développer des modèles basés sur la programmation linéaire en nombres entiers dans le but de prendre en compte l'ensemble des paramètres opérationnels concernés par le choix d'une approche collaborative particulière. De cette façon, nous avons pu mesurer les bénéfices de la mise en œuvre d'une collaboration sur un horizon de planification d'un an et illustrer comment elle affecte la prise de décisions des partenaires. Les prochains chapitres décrivent en détail l'ensemble de la recherche effectuée.

## **CHAPITRE 2 : PRÉSENTATION DE LA RECHERCHE ET ORGANISATION DE LA THÈSE**

Après avoir exploré la collaboration et les mécanismes de coordination déployés dans les réseaux de façon plus théorique, nous nous sommes intéressés à un cas pratique dans l'industrie des produits forestiers. Plus précisément, nous avons étudié la relation entre un producteur de pâtes et papier et son marchand. Dans ce chapitre, nous présentons donc toute la recherche effectuée pour ce cas. Nous décrivons d'abord le contexte dans lequel œuvre les deux entreprises à l'étude. Nous dressons ensuite le portrait de chaque partenaire, de même que la relation existant entre les deux. Nous introduisons également la méthodologie de la recherche et les trois articles réalisés pour bien couvrir le sujet.

### **2.1 L'Industrie canadienne des produits forestiers**

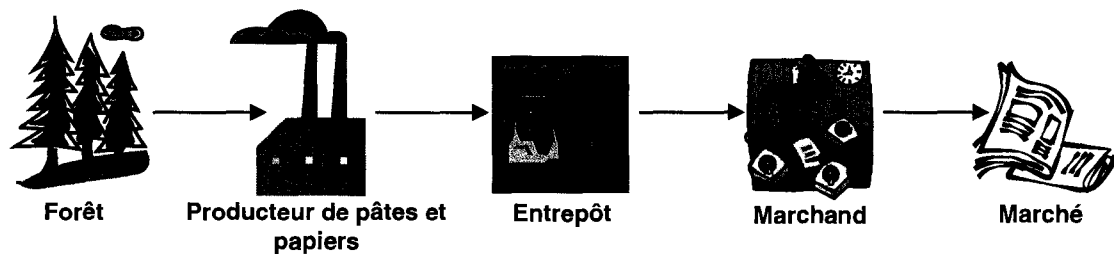
L'industrie des produits forestiers représente une part importante de l'économie canadienne. Elle assure plus de 860 000 emplois directs et indirects, ce qui représente 5,3 % de l'ensemble des emplois du pays. Le Canada est le principal exportateur de produits forestiers au monde, ainsi que le premier producteur mondial de papier journal. Ses exportations sont dirigées vers plus de 100 pays pour totaliser tout près de 50 milliards de dollars (Ressources Naturelles Canada, 2007-2008). L'industrie se concentre principalement au Québec, en Ontario et en Colombie-Britannique. L'Ouest canadien fabrique essentiellement des produits à partir du bois, alors que l'Est canadien est plutôt axé sur les pâtes et le papier.

Toutefois, la consolidation de l'industrie tend à s'accélérer et on assiste de plus en plus à la fermeture temporaire ou permanente d'usines. Uniquement en 2005, c'est plus de 15 usines qui ont définitivement fermées leurs portes un peu

partout dans le pays, ce qui représente une perte d'environ 5000 emplois. Plusieurs raisons ont forcé l'industrie canadienne des produits forestiers à se restructurer. La compétition internationale est d'abord devenue très importante, on pense par exemple au Brésil ou encore au Chili qui sont devenus des compétiteurs de taille. La hausse rapide du dollar canadien, surtout par rapport au dollar américain, a aussi eu un impact très important sur l'industrie, puisque les États-unis sont le principal client du Canada en termes de produits forestiers. L'augmentation du prix de l'énergie depuis les dernières années a aussi affecté durement les entreprises, ce type d'industrie étant très «énergivore». La matière première se fait par ailleurs de plus en plus rare, en raison d'une utilisation excessive de la forêt. En outre, la demande pour le papier ne cesse de diminuer, alors que le marché de l'habitation aux États-unis demeure problématique. Il faut également préciser que les équipements utilisés par l'industrie sont pour la plupart désuets, faute d'investissement durant les dernières années. Bref, pour parvenir à survivre et à se démarquer de la compétition, ces entreprises n'ont plus vraiment le choix. Elles doivent revoir leurs processus d'affaires et chercher à bien coordonner leurs activités ainsi qu'à collaborer avec leurs clients et fournisseurs.

## **2.2 Présentation du cas pratique**

Dans le cadre de nos recherches, nous avons justement choisi d'examiner en détail cette industrie. Plus précisément, nous nous sommes penchés sur le cas des pâtes et papiers. La chaîne d'approvisionnement pour ce secteur d'activités est typiquement divisée de la façon suivante. Il y a d'abord approvisionnement en forêt. Le bois est alors dirigé vers une unité de production où il est transformé en pâte, puis en papier. Le papier est ensuite converti sous la forme de rouleaux ou encore de feuilles, et entreposé. Les produits finis sont finalement livrés à des marchands qui se chargeront de desservir le marché final.



**Figure 2.1 : Chaîne d'approvisionnement de l'industrie des pâtes et papiers**

Pour nos travaux, nous nous sommes particulièrement intéressés à un producteur de pâtes et papiers qui a décidé de travailler plus étroitement avec son marchand, de manière à mieux synchroniser les opérations et créer un impact positif sur les résultats financiers. Ce producteur est spécialisé dans la fabrication et la vente de papiers, pâte et bois d'œuvre. Il est le troisième plus important producteur de papier au pays et possède une dizaine d'usines réparties un peu partout au Canada et aux États-unis. Sa fusion prochaine avec une compagnie d'envergure internationale devrait le propulser au rang de principal producteur de papier en Amérique du Nord. Le producteur fait toutefois face à une capacité de production et de distribution limitée. Il doit donc veiller à allouer judicieusement le volume de production de façon à satisfaire la demande de son partenaire ainsi que la demande de tout un ensemble d'autres clients. Plus spécifiquement, les machines utilisées pour la fabrication du papier fonctionnent en parallèle 24 heures par jour, sept jours par semaine. C'est pourquoi le producteur planifie généralement la production par rapport à cette étape goulot. Durant la finition (transformation du papier en rouleaux et en feuilles), le producteur a toujours la possibilité de réaliser les opérations à l'externe. Par conséquent, cette étape ne constitue pas un élément critique de la planification et c'est pour cette raison qu'elle n'a pas été prise en compte explicitement lors de la modélisation. Nous avons plutôt choisi d'utiliser un facteur de conversion pour faire le lien entre la quantité de papier à fabriquer et le nombre de produits finis recherché.



Puisque le partenaire est un marchand, il achète divers produits, les garde en stock et les revend, sans y apporter aucune modification. Il possède deux établissements situés dans la province de Québec et vend au-delà de 2000 produits qu'il distribue à l'échelle de l'Amérique du nord. Pour des fins d'étude, nous avons supposé que le marchand peut acquérir de la marchandise du producteur partenaire ou encore d'une autre source d'approvisionnement, tout dépendant du prix et des délais proposés.

### **2.3 Premier article, comparaison de quatre approches collaboratives**

Même si les acteurs désirent mettre sur pied une relation mutuellement profitable, ils vont avoir tendance à prendre des décisions qui maximisent leur profit individuel plutôt que le profit du système. Par conséquent, le producteur va planifier sa production en cherchant à minimiser ses coûts de production, de stockage et de distribution, alors que le marchand va plutôt chercher la meilleure façon de commander qui lui permette de minimiser ses coûts d'achat, de commande et de stockage. Pour un tel contexte, nous avons donc voulu explorer le type d'approche collaborative à mettre en place pour bien coordonner les décisions des partenaires et générer le maximum de bénéfices pour le réseau ainsi que pour chaque acteur. Pour ce faire, nous avons d'abord sélectionné quatre approches potentielles pour le cas à l'étude, soit la production sur demande, le réapprovisionnement régulier, le VMI et le CPFR. Nous avons ensuite cherché à illustrer comment les partenaires vont planifier leurs opérations selon le type d'approche mis en place. Nous avons alors eu recours à la programmation linéaire en nombres entiers pour élaborer des modèles de maximisation des profits qui reflètent le point de vue du producteur ainsi que le point de vue du marchand. Nous avons par la suite programmé, testé et comparé chaque modèle, en utilisant des données réelles issues du cas pratique, de manière à déterminer la façon de faire la plus profitable pour le

système. Plusieurs scénarios ont été testés. Nous avons comparé des délais de livraison de une, deux et trois périodes, un prix offert par le producteur inférieur ou encore égale au prix proposé par une autre source d'approvisionnement et différentes formes de demande (variable, constante, cumulée sur 3 et 6 jours).

Le premier article présente donc cette première partie du travail. Le cas pratique est tout d'abord détaillé. Les éléments distinctifs de chacune des approches collaboratives sont ensuite explicités, notamment à l'aide de schémas. La formulation des modèles est alors exposée en détail. L'expérimentation est par la suite présentée, où la comparaison de plusieurs scénarios a permis de mesurer la rentabilité des approches collaboratives selon divers contextes. Ce premier article permet donc de comparer quatre pratiques différentes pour un même cas d'étude. Les décisions de planification sont prises en considération dans le but d'analyser l'impact réel de la collaboration sur le système. Nos travaux contribuent ainsi à bien représenter les types d'interaction possibles entre un producteur et son marchand.

#### **2.4 Deuxième article, utilisation d'incitatifs pour accroître les profits**

Après avoir comparé chacune des approches collaboratives d'après le profit du système (profit du producteur + profit du marchand), nous avons cette fois choisi d'examiner le profit individuel de chaque acteur. Pour ce faire, nous avons concentré notre analyse sur les deux méthodes les plus opposées en termes d'interaction entre les partenaires, c'est-à-dire la production sur demande et le CPFR.

Nous avons toutefois décidé de revoir l'appellation de notre modèle de production sur demande. En effet, puisque pour notre cas d'étude, le fournisseur peut fabriquer les produits selon la demande du marchand, mais qu'il a

également la possibilité de produire des stocks étant donné sa capacité de production limitée, nous avons décidé d'appeler ce système façon de faire traditionnelle. Étant donné que chaque acteur planifie ses opérations de son côté, sans prendre en considération l'information détenue par l'autre partenaire ou les profits du système, le terme traditionnel reflète bien cette réalité. On évite également de laisser sous-entendre qu'on est dans un contexte de production sur demande pure.

Nous avons ensuite analysé la situation dans laquelle les acteurs ne désirent pas modifier leur façon de fonctionner et ne sont pas prêts à s'investir dans l'établissement d'une pratique aussi complexe que le CPFR. Pour ce cas particulier, nous avons cherché à voir si une collaboration entre les partenaires, basée uniquement sur l'utilisation d'incitatifs, pouvait améliorer les profits du système et de chaque acteur. Nous avons donc développé trois types d'incitatif pour mieux coordonner les décisions des partenaires, soit 1- un bonus lié à l'optimisation des commandes; 2- le partage des économies de transport lorsque la capacité de distribution est bien utilisée; 3- des escomptes de quantité. Nous avons appliqué ces incitatifs au cas d'étude, puis comparé leur rentabilité par rapport à la façon de faire traditionnelle et le CPFR.

Le deuxième article résume donc cette seconde partie du travail. Le cas pratique est de nouveau présenté, de même que les deux approches retenues pour l'étude. Les modèles mathématiques basés sur chacune de ces deux façons de faire sont ensuite détaillés. Une première analyse est alors effectuée dans le but d'identifier l'approche la plus avantageuse pour chaque acteur. Une méthode est également mise au point pour partager équitablement les bénéfices générés de la façon de faire la plus profitable entre les partenaires. Les trois types d'incitatif sont par la suite détaillés, et les profits obtenus de leur utilisation sont comparés avec ceux du CPFR et de la façon de faire traditionnelle. Le

deuxième article contribue ainsi à démontrer qu'une même approche collaborative n'est pas nécessairement profitable à tous les acteurs, et qu'il est souvent nécessaire de mettre en place un mécanisme qui assure la répartition équitable des profits. De même, l'utilisation d'incitatifs s'avère une solution intermédiaire efficace pour bien coordonner les décisions des partenaires et abaisser les coûts du système. Nos recherches démontrent donc qu'une collaboration basée sur les incitatifs constitue une bonne alternative entre une façon de faire traditionnelle et un mode de collaboration plus poussé.

## **2.5 Troisième article, implantation des approches collaboratives et barrières**

Suite à l'analyse plus quantitative de différentes approches collaboratives entre un producteur de pâtes et papiers et son marchand, nous nous sommes ensuite interrogés sur la façon d'implanter chacune de ces stratégies. Nous avons d'abord tenté de bien comprendre les étapes clés de mise en œuvre d'une collaboration interentreprises. Nous avons ensuite étudié le mode d'implantation des approches collaboratives, de même que les barrières pouvant être rencontrées lors de leur mise en place. Nous avons effectué le même travail en ce qui a trait aux incitatifs, c'est-à-dire que nous nous sommes questionnés sur la manière de les implanter ainsi que sur les barrières pouvant limiter leur efficacité. Nous avons ensuite fait un parallèle avec le cas pratique, en démontrant notamment que si les paramètres de l'incitatif sont mal définis ou encore s'ils ne sont pas adaptés suivant l'évolution de l'environnement, ils peuvent alors nuire à la collaboration.

Le troisième article porte sur cette dernière partie de la recherche. Les étapes de mise en œuvre d'une collaboration sont d'abord présentées. Les concepts et le mode d'implantation de la production sur demande, du VMI et du CPFR sont

ensuite explicités. Les barrières liées à leur implantation sont également détaillées. Les incitatifs comme mécanisme de coordination dans les réseaux sont par la suite décrits, avec emphase sur leur mode d'implantation de même que sur les barrières associées à leur déploiement. Le cas pratique est alors utilisé pour démontrer que l'efficacité des incitatifs dépend grandement de la façon dont ils seront définis, implantés et administrés par les partenaires. Ce troisième article permet de bien compléter la recherche en précisant comment les approches étudiées peuvent être mises en pratique. De même, les barrières majeures discutées dans cet article rappellent la complexité des collaborations interentreprises et les risques associés à leur implantation. Nos recherches ont démontré la profitabilité des collaborations, mais ont également permis de rappeler que la réussite n'est en rien garantie. Il s'agit de mettre en œuvre une collaboration structurée, d'implanter les bons mécanismes de coordination selon le contexte et de porter une attention particulière aux barrières pouvant être rencontrées tout au long de la relation.

## **CHAPITRE 3 : Collaboration and Decision Models for a Two-echelon Supply Chain: a Case Study in the Pulp and Paper Industry**

Nadia Lehoux<sup>a</sup>, Sophie D'Amours<sup>b</sup>,  
André Langevin<sup>a</sup>

<sup>a</sup> CIRRELT, École Polytechnique de Montréal

<sup>b</sup> Forac Research Consortium, CIRRELT, Université Laval, Québec

### **3.1 Abstract**

In the current economic context, enterprises aim to improve collaboration and enhance information exchange with their suppliers or customers in order to better coordinate their activities and respond promptly to their customers. A demonstration of this trend is the development of formal collaboration models like Vendor Managed Inventory (VMI) or Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment (CPFR) which are now used to facilitate product and information exchange between partners. However, the setup of efficient inter-firm collaborations requires time and investment with no guarantee of success or failure of the relationship. Although many of the emerging approaches are promising, the need to identify and apply the best collaboration model for the context considered still remains. In this paper, we study different collaboration strategies between a producer and a retailer in the pulp and paper industry. For this industrial context, we analyze and compare the impact of collaboration modes on network profit. Using a rolling horizon of two weeks and a total planning period of one year, we also proceed with numerical experiments. Our tests reveal that the CPFR method is the more gainful collaboration approach for

the case studied providing up to an 18% reduction in transportation costs over order-based relation.

*Key words:* Logistics, supply chain management, linear programming, enterprise collaboration, producer-retailer relationship

### **3.2 Introduction**

Considering the effects of globalization, incessant technological progress and development of specialized and niche markets where customers know exactly what they want, enterprises aim for more agility through creative partnership with their suppliers, distributors and retailers.

Enterprise collaboration can take multiple forms, depending on the objectives and strategies of the enterprise. For example, a supplier and its retailer can tend towards Vendor Managed Inventory (VMI) collaboration, where the supplier is now responsible for managing the inventories of its products for the retailer. Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment (CPFR) can also be used, where a joint demand forecast is used to better plan needs for the entire network. In each case, the success of the collaborative experience depends on the level of cooperation between players. Therefore, it is necessary to ensure that each partner makes decisions that are good for the entire network. The use of incentives is a tool to encourage this. Guaranteed volume, pricing agreements and quantity discounts are some examples of incentives that can be used, however it is not an easy task to choose the right collaboration model or the best incentive to use within the partnership. These decisions are complex since an enterprise has usually more than one customer to satisfy and operates with a set of production and distribution constraints.

Our work considers this problem from a real industrial perspective. More precisely, we try to characterize the dynamic of the relationship between a producer and a retailer in the pulp and paper industry. The supply chain for this industrial sector is relatively complex because of the paper making process. While some enterprises control all of the activities from the forest to the final consumer, others work with subcontractors for specific operations. In all cases, high operational costs, international competition and new technologies motivate them to efficiently manage their network. For this context, we use collaboration approaches, namely Make to Order (MTO), VMI, regular replenishment and CPFR, to develop decision models that illustrate the planning decisions from the points of view of both the producer and the retailer. We also use AMPL studio and Cplex solver to proceed with numerical experiments in order to identify which collaboration model seems to be more profitable depending on the context. Our goal is to develop decision models that can be used by managers to evaluate different collaboration approaches and their impact on the production planning. By using our models and some historical data, supply chain practitioners will be able to analyze whether a potential collaboration approach is appropriate or not depending on the context. Consequently, this work can be viewed as a methodological tool to understand well the impact of the collaboration model chosen and the potential benefits than can be obtained from partnership. The paper is organized as follows. In Section 3.3, a brief literature review is proposed. In Section 3.4, we describe the characteristics of each collaboration approach and the industrial case retained for our study. In addition, we present the decision models developed and the notation used. In Section 3.5, a description of the experimental design and the numerical study are exposed. Finally, we offer some concluding remarks in Section 3.6.



### 3.3 Literature review

Many authors have discussed the potential key elements required to ensure efficient and viable collaboration across businesses within the supply chain. In particular, information sharing has been analyzed in the literature as a first step to better coordinate activities between partners. In all enterprise networks, members do not have access to the same information and they can choose to share this knowledge or not (Chen, F., 2003). For example, the retailer can directly observe consumer consumption at the point of sales. If he chooses to keep this information for himself, the manufacturer will have to plan the production based on retailer orders and not on the real demand. In their study of the bullwhip effect, H. L. Lee *et al.* (1997) demonstrate that this lack of information can lead to inefficient utilization of capacity, stock in excess or shortages, poor quality of service, etc. A detailed review on information sharing and supply chain coordination is presented by F. Chen (2003) to better understand the role of information in achieving supply chain coordination.

Another key element for efficient and viable partnerships is the fact that using appropriate collaboration approaches can increase coordination in the enterprise network. For example, Efficient Consumer Response (ECR) is an illustration of a strategy implemented by the food industry in which each partner collaborates in order to deliver the right product at the right place with the best price to customers. The different concepts of ECR can be grouped into three areas: demand management (category management), product replenishment (continuous replenishment) and enabling technology (EDI) (Martel, 2000). VMI is another approach developed during the eighties in which the manufacturer is responsible for managing the inventories of its products for the client. This helps end stock-outs and facilitates better replenishment (Barratt & Oliveira, 2001). An interesting case study on the application of VMI to the household electrical

appliances sector is presented by De Toni and Zamolo (2005), in which they show how the implementation of the VMI model results in more benefits than traditional replenishment systems. Dong *et al.* (2006) also demonstrated that the VMI replenishment mode can improve the production capacity balance significantly. Another strategy, CPFR, has been designed to improve the flow of goods from the raw material suppliers, to the manufacturer, to retailer shelves (VICS, 2004). The idea is to share information such as sales history, product availability, lead times, etc., to better synchronize activities and eliminate excess inventory. It was also developed to rapidly identify any changes in the forecasts or inventory, in order to correct the problems before they negatively impact sales or profits. As Thron *et al.* (2005) demonstrated, developing CPFR in the supply chain can lead to substantial benefit, depending on the context studied. CPFR can also be more efficient than the VMI mode, especially when the demand is variable (Cigolini & Rossi, 2006). Motorola (Cederlund, Kohli, Sherer & Yao, 2007), Sears (Steermann, 2003) and Best Buy (VICS, 2004) are some examples of enterprises that have implemented CPFR with their partners in order to improve demand visibility and the service level. The negotiation process between two or more partners is another strategy used in order to develop a planning model with minimum information exchange. The idea is to define how many units to produce or to order, so as to better coordinate decisions of each network member (Dudek & Stadtler, 2007; Zhu, YU & Huang, 2007; Jung, Jeong & Lee, C.-G., 2008).

Every collaboration approach requires cooperation between partners in order to optimize the entire network. But in reality, participants may be tempted to pull out or trick the collaboration in their favour. This would be the case of an opportunist player who tries to impose the rules of the game or make decisions considering penalties and rewards locally rather than globally (Simatupang & Sridharan, 2002). To avoid this kind of situation, it is often necessary to use

incentives such as pricing agreements or quantity discounts to influence player decisions and tend towards an optimization of the global network. Many authors have studied these incentives applied to supply chain management. Cachon (2003) presents a detailed review of these articles. The first incentive regularly studied considers the price charged by the manufacturer to the retailer. This is referred to as wholesale price. Cachon (2004) demonstrates that, depending on the context, wholesale price can play a role in the coordination of the network. Another incentive is based on product returns, known as buyback contracts. The retailer can now return some or all the items ordered in exchange for compensation (see for example Bernstein & Federgruen, 2005). A different incentive concerns network revenue. With a revenue sharing contract, the retailer shares revenue generated from sales with his supplier in return for a lower supplier price (see for example Giannoccaro & Pontrandolfo, 2004). In order to offer increased flexibility to the partner, the quantity flexibility contract is another incentive in which the retailer can adjust his order using more accurate knowledge of demand (see for example Tsay, 1999). Frequently used, quantity discounts also encourage the buyer to order more than usual (see for example Munson & Rosenblatt, 2001). Several other incentives have been studied, having the same objective, coordinate player decisions and optimize supply chain profit.

It is however difficult to study inter-firm collaborations and incentives without considering their impact on production planning (Schneeweiss & Zimmer, 2004). Therefore, many authors like Cachon (2003), Tsay (1999) and F. Chen (2003) analyzed the question, using game theory and the Nash equilibrium. However, this kind of approach limits the number of parameters studied or the length of the planning period. Nevertheless, the collaboration model chosen will directly affect the way goods and information are exchanged between partners, as well as how they make their planning decisions. For example, if a supplier makes a

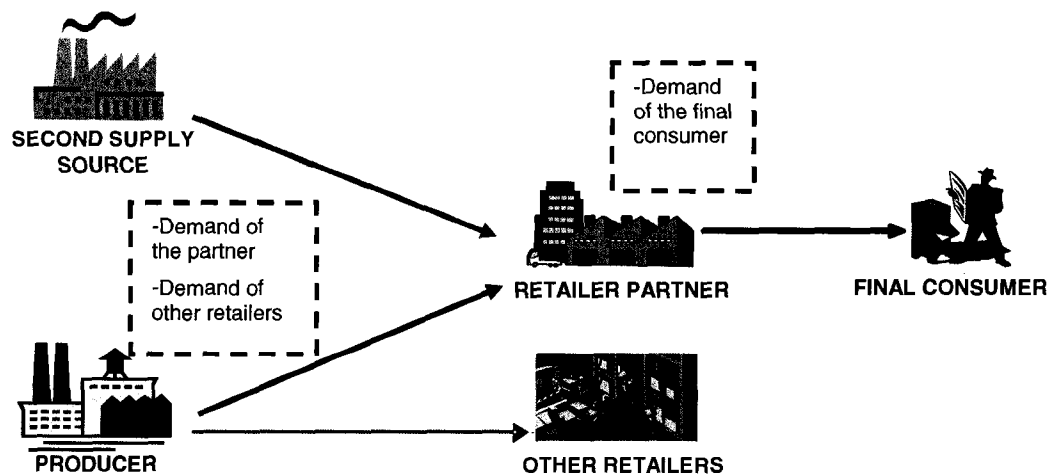
commitment to deliver a certain quantity or offers a lower sales price, he must consider operation costs, production and distribution capacities, lead times, etc., before making a decision. Otherwise, he will most likely not be able to respect the agreement. Thus, in order to take into consideration characteristics of production and distribution systems, we decide to study the problem using this methodology: First, we identify four potential collaboration approaches for the case study. Next, we represent each of them as mixed-integer linear programs that integrate all the planning decisions faced by the partners. Then, via a set of operational parameters and variables, we test and compare the models. In this way, we mainly focus on the impact of inter-firm collaborations since it needs to be addressed prior to incentive settings. The following sections summarize the methodology.

### **3.4 Collaboration approaches and decision models**

To better understand the two-echelon supply chain dynamic and be able to identify a specific interaction model for a partnership between a producer and a retailer, four collaboration approaches have been chosen: MTO, VMI, regular replenishment and CPFR. The idea was to select collaboration modes that could be implemented by the pulp and paper industry. Even if a lot of pulp and paper producers use the MTO approach with their clients, some others try to implement more sophisticated relationships like regular replenishment mode and VMI. Thus, by selecting collaboration approaches with different interaction levels, we can explore several possibilities.

After choosing collaboration approaches, we developed decision models from the point of view of both the retailer and the producer that illustrate all their planning decisions. More precisely, using mixed-integer linear programming, we tried to identify the costs, revenues and constraints involved in using each

collaboration approach. Each model has also been defined in order to address the pulp and paper industry perspective. The case study concerns a producer of pulp and paper who decides to establish a partnership with one of its retailers. The producer has to satisfy the demand of this client and the demand of other retailers (Figure 3.1).



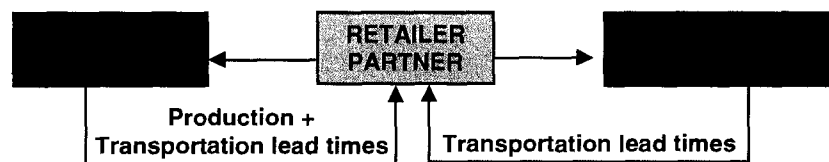
**Figure 3.1: The industrial case**

The production system involves multiple stages. In very general terms, paper rolls and sheets are produced from trees or logs which are first chipped. The chips are mixed with chemicals and water to produce the pulp. The pulp is then transformed into jumbo rolls of paper. These paper rolls are large in size and cannot normally be kept in storage for long. They are therefore cut into smaller rolls or sheeted when needed. The production of these intermediate products (jumbo rolls) on parallel machines creates a bottleneck, consequently capacity and setup times must be considered (Rizk, Martel & D'Amours, 2005). For the other production stages, we consider sufficient capacity. During the delivery process, transportation capacity must also be considered and can differ from one period to another. In addition, some stock (small rolls and sheets) can be present in the system because of diversified demand for products. The retailer is

a merchant, so he buys products from the producer or from a second supply source, keeps them in stock and then sells them to the final consumer without transforming the product.

#### *3.4.1 Description of the characteristics of each collaboration mode*

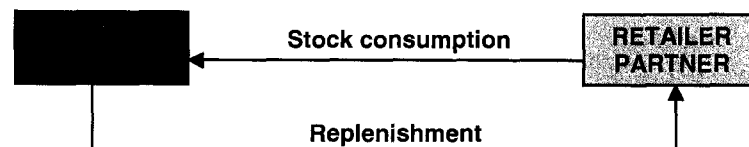
In this section, we describe the characteristics of each collaboration approach and their impact on planning decisions of each partner. First of all, MTO is a traditional method that is not very collaborative but still frequently used; therefore, we develop the corresponding model for comparison purposes. The retailer orders products depending on his needs, and the quantity ordered can be different from one period to another. The retailer knows the production and distribution lead times of the producer and must take into consideration this information in his planning. He can choose to order entirely from the producer or purchase the product from another supply source, depending on the price and lead time offered (Figure 3.2). The producer manufactures the product after receiving the order from the retailer and then ships the merchandise. Because the producer cannot see the real demand at the point of sales, she has to plan the production based on different retailer orders (Figure 3.2). The producer also has to deliver the right quantity and respect lead times.



**Figure 3.2: Relationship based on a MTO mode**

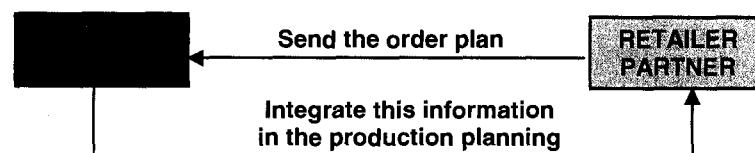
With the VMI approach (Figure 3.3), the producer is responsible to maintain the partner's inventory levels and has to take into consideration inventory holding costs for its products at the retailer site. The producer also has to make sure that

the inventory is sufficient so that the retailer will be able to satisfy his own demand. Real demand at the point of sales is again unknown, thus the production planning will be based on the stock consumption made by the partner. The retailer does not have to support ordering and inventory holding costs for the producer's products. Furthermore, the retailer has access to a second supply source if necessary (for example, if the producer's forecasts for stock consumption are wrong and the retailer does not have sufficient stock to satisfy demand).



**Figure 3.3: Relationship based on VMI**

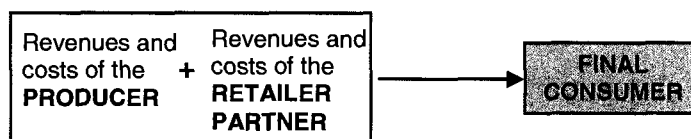
For the regular replenishment mode (Figure 3.4), deliveries are done regularly based on an order plan defined and updated by the retailer. This order plan, covering several days, is sent to the producer in advance, so the information can be integrated into the production planning. The retailer does not have to take into account the producer's lead times, since the producer knows the order in advance and has to deliver it at the right moment.



**Figure 3.4: Relationship based on a Regular Replenishment mode**

The last strategy refers to the CPFR method (Figure 3.5). Partners have to conjointly estimate the demand and then use the forecast in their planning. All the decisions are made in order to maximize the profit of all the partners and

respect each of their local constraints. A specific buying price is now unnecessary, because it represents revenue for one and a cost for the other. We also assume that the retailer never uses the other supply source for this particular collaboration mode. Table 3.1 summarizes the different particularities of each producer and retailer decision model.



**Figure 3.5: Relationship based on the CPFR method**

**Table 3.1: Particularities of each decision model**

<b>MAKE TO ORDER, Producer model</b>		
<i>Activity</i>	<i>Description</i>	<i>Cost</i>
<b>Production</b>	-Production planning based on retailer orders and demand of other clients -Production lead time to satisfy the retailer -Capacity in each period	-Production cost including setup cost
<b>Inventory</b>	-Inventory holding capacity	-Inventory holding cost for finished products
<b>Distribution</b>	-Transportation lead time -Transportation capacity	-Delivery cost
<b>MAKE TO ORDER, Retailer model</b>		
<i>Activity</i>	<i>Description</i>	<i>Cost</i>
<b>Supply</b>	-Two supply sources with specific products and lead times	-Buying price, can be different from one source of supply to another, depending on the product and the period -Ordering cost
<b>Inventory</b>	-Inventory holding capacity	-Inventory holding cost
<b>VMI, Producer model</b>		
<i>Activity</i>	<i>Description</i>	<i>Cost</i>
<b>Production</b>	-Production planning based on stock consumption made by the retailer and demand of other clients	-Production cost including setup cost
<b>Inventory</b>	-Management of inventories for the retailer -Minimum and maximum level of stock to respect at each period -Inventory holding capacity	-Inventory holding cost for finished products at the mill -Inventory holding cost for finished products at the retailer site



**Table 3.1: Particularities of each decision model (continued and end)**

<b>VMI, Retailer model</b>		
<i>Activity</i>	<i>Description</i>	<i>Cost</i>
<b>Supply</b>	-Access to another supply source if necessary	-Buying price for replenishment made by the producer -Buying price if access to the second supply source -Ordering cost if order from the second supply source
<b>Inventory</b>	-No inventory management for the producer's products	-Inventory holding cost for products bought from the second supply source
<b>REGULAR REPLENISHMENT, Producer model</b>		
<i>Activity</i>	<i>Description</i>	<i>Cost</i>
<b>Production</b>	-Production planning based on an order plan and demand of other clients	-Production cost including setup cost
<b>Inventory</b>	- Inventory holding capacity	-Inventory holding cost for finished products at the mill
<b>Distribution</b>	-Transportation lead time considered in the production planning - Deliveries based on the order plan -Transportation capacity	-Delivery cost
<b>REGULAR REPLENISHMENT, Retailer model</b>		
<i>Activity</i>	<i>Description</i>	<i>Cost</i>
<b>Supply</b>	-Order plan covering several days sent in advance -Quantity delivered in accordance with the order plan -Access to another supply source if necessary	-Buying price for producer's products -Buying price if access to the second supply source -Ordering cost each time the plan is sent -Ordering cost if order from the second supply source
<b>Inventory</b>	-Inventory holding capacity	-Inventory holding cost
<b>CPFR, Producer-Retailer model</b>		
<i>Activity</i>	<i>Description</i>	<i>Cost</i>
<b>Production</b>	-Production planning based on joint demand forecasts and demand of other clients -Capacity constraint considered in the common decision model	-Production cost including setup cost
<b>Inventory</b>	-Optimization of all the stock of the system	-Inventory holding cost for finished products at the mill -Inventory holding cost for finished products at the retailer site
<b>Distribution</b>	-Transportation lead time considered in the production planning	-Delivery cost

### 3.4.2 Mathematical notation

After choosing four potential collaboration approaches for the case study and identifying all their characteristics, we used mixed-integer linear programming to develop decision models that illustrate the planning process of each partner. To formulate the models, the following mathematical notation was required:

#### Set description

$T =$	The length of the planning period
$IP =$	The set of intermediate products
$Suc_i =$	The set of finished products that can be obtained from the intermediate products
$FP =$	The set of finished products ( $FPF \cup FPS$ )
$FPF =$	The set of finished products proposed by the producer
$FPS =$	The set of finished products proposed by the second supply source
$M =$	The set of machines that manufacture intermediate products

#### Parameter description

$t =$	A planning period
$\tau =$	Production lead time
$i =$	A intermediate or finished product
$cf =$	Conversion factor indicating number of units of intermediate products to produce
$a_{it}^m =$	Production capacity consumption rate of intermediate products at machine $m$ at period $t$
$ld =$	Transportation lead time of the producer
$lds =$	Transportation lead time of the second supply source
$r_i =$	Transportation resource absorption rate for finished products
$tset_i^m =$	Setup time to manufacture intermediate products on the machine $m$ at the beginning of period $t$
$d_{it} =$	Demand for finished products ordered by the other clients at period $t$
$d_{it}^{cc} =$	Demand for finished products ordered by the final consumer at period $t$
$stc_{it}^c =$	Consumption forecast for the producer's finished products used by the retailer at period $t$
$de_{it}^{cc} =$	Demand for finished products ordered by the final consumer and estimated by the partners at period $t$
$c_t^m =$	Production capacity of machine $m$ at period $t$
$cap_t =$	Transportation capacity of a truck at period $t$
$c_{it}^m =$	Production cost of the intermediate product on the machine $m$ at period $t$
$h_{it} =$	Inventory holding cost of the finished products at the mill at period $t$
$h_{it}^c =$	Inventory holding cost of the finished products at the retailer site at period $t$
$ctru =$	Transportation cost of finished products delivered to the retailer at period $t$
$cord =$	Ordering cost of the retailer
$pSS_{it} =$	Price for finished products proposed by the second supply source at period $t$
$p_{it} =$	Price for finished products proposed by the producer at period $t$
$pc_{it} =$	Price for finished products proposed by the retailer to the final consumer at period $t$
$g =$	A large number

Variable description

$\pi_{it}^m$	Binary variable equal to 1 if the product is manufactured on the machine $m$ at period $t$ , 0 otherwise
$\rho_{it}^m$	Binary variable equal to 1 if a setup for the product is made on the machine $m$ at period $t$ , 0 otherwise
$Q_{it}$	Quantity of finished products manufactured at period $t$
$Q_{it}^m$	Quantity of intermediate products manufactured on the machine $m$ at period $t$
$D_{it}^c$	Quantity of finished products bought from the producer at period $t$
$R_{it}$	Quantity of finished products shipped by the producer at period $t$
$RC_{it}$	Quantity of producer's finished products received by the retailer at period $t$
$QSS_{it}$	Quantity of finished products bought from the second supply source at period $t$
$RSS_{it}$	Quantity of finished products received by the retailer from the second supply source at period $t$
$I_{it}$	End of period inventory level of finished products at the mill at period $t$
$IF_{it}^c$	End of period inventory level of producer's finished products at the retailer site at period $t$
$ISS_{it}^c$	End of period inventory level of finished products bought from the second supply source at period $t$
$Ntru_t$	Number of trucks needed at period $t$
$\delta t$	Binary variable equal to 1 if the retailer orders producer's finished products at period $t$ , 0 otherwise
$\delta SS_t$	Binary variable equal to 1 if the retailer orders second supply source's products at period $t$ , 0 otherwise

The following sections (3.4.3-3.4.6) detail the seven decision models developed.

### 3.4.3 Decision models based on MTO

The first two models represent a relation based on the MTO mode. Before ordering, the retailer must consider the buying price and lead times proposed by the producer and the ones proposed by the second supply source. He also has to take into consideration the ordering cost, inventory holding cost and sales income. For the producer, the quantity of finished products to manufacture depends on the retailer demand and the demand of other clients. She also has to consider production, inventory and distribution costs, production and transportation capacities and sales income (the setup cost is included in the production cost).

For the retailer, the decision model in a MTO mode is proposed as follows:

$$\begin{aligned}
& \text{Max } \sum_{t \in T} \sum_{i \in FP} d_{it}^{cc} pc_{it} - \sum_{t \in T} \text{cord } \delta_t - \sum_{t \in T} \text{cord } \delta SS_t - \sum_{t \in T} \sum_{i \in FPF} D_{it}^c p_{it} - \sum_{t \in T} \sum_{i \in FPS} QSS_{it} pSS_{it} \\
& - \sum_{t \in T} \sum_{i \in FPF} h_{it}^c IF_{it}^c - \sum_{t \in T} \sum_{i \in FPS} h_{it}^c ISS_{it}^c
\end{aligned} \tag{3.1}$$

subject to

$$RC_{it} + IF_{it-1}^c - IF_{it}^c = d_{it}^{cc} \quad \forall i \in FP \notin FPS; \quad \forall t \in T \tag{3.2}$$

$$RSS_{it} + ISS_{it-1}^c - ISS_{it}^c = d_{it}^{cc} \quad \forall i \in FP \notin FPF; \quad \forall t \in T \tag{3.3}$$

$$RC_{it} + RSS_{it} + IF_{it-1}^c + ISS_{it-1}^c - IF_{it}^c - ISS_{it}^c = d_{it}^{cc} \quad \forall i \in FPF \cap FPS; \quad \forall t \in T \tag{3.4}$$

$$IF_{it}^c \leq RC_{it} + IF_{it-1}^c \quad \forall i \in FPF; \quad \forall t \in T \tag{3.5}$$

$$ISS_{it}^c \leq RSS_{it} + ISS_{it-1}^c \quad \forall i \in FPS; \quad \forall t \in T \tag{3.6}$$

$$D_{it}^c = RC_{i(t+\tau+ld)} \quad \forall i \in FPF; \quad \forall t \in T \tag{3.7}$$

$$QSS_{it} = RSS_{i(t+lds)} \quad \forall i \in FPS; \quad \forall t \in T \tag{3.8}$$

$$D_{it}^c \leq g \delta_t \quad \forall i \in FP \notin FPS; \quad \forall t \in T \tag{3.9}$$

$$QSS_{it} \leq g \delta SS_t \quad \forall i \in FP \notin FPF; \quad \forall t \in T \tag{3.10}$$

$$D_{it}^c \leq g \delta_t \quad \forall i \in FPF \cap FPS; \quad \forall t \in T \tag{3.11}$$

$$QSS_{it} \leq g \delta SS_t \quad \forall i \in FPF \cap FPS; \quad \forall t \in T \tag{3.12}$$

$$D_{it}^c \geq 0, QSS_{it} \geq 0, RC_{it} \geq 0, RSS_{it} \geq 0, IF_{it}^c \geq 0, ISS_{it}^c \geq 0, \forall i \in FPF; \forall i \in FPS; \forall t \in T \tag{3.13}$$

$$\delta_t, \delta SS_t \in \{0,1\} \quad \forall t \in T \tag{3.14}$$

The objective function (3.1) maximizes the total profit of the retailer (sales revenue minus the total cost of the retailer). Constraints (3.2), (3.3) and (3.4) ensure that the quantity ordered and kept in stock is sufficient to satisfy the demand of the final consumer. Constraints (3.5) and (3.6) distinguish stock origin, specifically products delivered by the producer and products delivered by the second supply source. Constraint (3.7) concerns the MTO mode, thus the retailer will receive his order after the production and transportation operations. If he purchases at the second supply source, a transportation lead time will be necessary (3.8). Finally, constraints (3.9), (3.10), (3.11) and (3.12) ensure an ordering cost if the retailer orders products from the producer and/or from the second supply source.

For the producer, the decision model with a MTO mode has some similarities with the model presented by Rizk *et al.* (2005). Its formulation is:

$$\text{Max } \sum_{t \in T} \sum_{i \in FP_f} D_{it}^c p_{it} + \sum_{t \in T} \sum_{i \in FP_f} d_{it} p_{it} - \sum_{t \in T} \left[ \sum_{m \in M} \left[ \sum_{i \in IP} c_{it}^m Q_{it}^m \right] + \sum_{i \in FP_f} h_{it} I_{it} \right] - \text{ctr}_t \sum_{t \in T} Ntru_t \quad (3.15)$$

subject to

$$\sum_m Q_{it}^m - \sum_{Suc_i} Q_{jt} / cf = 0 \quad \forall i \in IP; \quad \forall t \in T \quad (3.16)$$

$$\sum_{IP} \pi_{it}^m \leq 1 \quad \forall m \in M; \quad \forall t \in T \quad (3.17)$$

$$\pi_{it}^m \leq \pi_{it-1}^m + \rho_{it}^m \quad \forall m \in M; \quad \forall i \in IP; \quad \forall t \in T \setminus \{1\} \quad (3.18)$$

$$\pi_{it-1}^m + \rho_{it}^m \leq 1 \quad \forall m \in M; \quad \forall i \in IP; \quad \forall t \in T \setminus \{1\} \quad (3.19)$$

$$Q_{it} + I_{i(t-1)} - I_{it} - R_{it} = d_{it} \quad \forall i \in FPF; \quad \forall t \in T \cup \{0\} \quad (3.20)$$

$$R_{i(t+\tau)} = D_{it}^c \quad \forall i \in FPF; \quad \forall t \in T \quad (3.21)$$

$$a_{it}^m Q_{it}^m + \rho_{it}^m tset_i^m \leq c_t^m \pi_{it}^m \quad \forall m \in M; \quad \forall i \in IP; \quad \forall t \in T \quad (3.22)$$

$$\sum_{i \in FPF} r_i R_{it} \leq cap_t \times Ntru_t \quad \forall t \in T \quad (3.23)$$

$$Q_{it}^m \geq 0 \quad \forall m \in M; \quad \forall i \in IP; \quad \forall t \in T \quad (3.24)$$

$$Q_{it} \geq 0, I_{it} \geq 0, Ntru_t \geq 0, R_{it} \geq 0 \quad \forall i \in FPF; \quad \forall t \in T \quad (3.25)$$

$$\pi_{it}^m, \rho_{it}^m \in \{0,1\} \quad \forall m \in M; \quad \forall i \in IP; \quad \forall t \in T \quad (3.26)$$

The objective function (3.15) maximizes the total profit of the producer (sales revenue minus the total cost of the producer). Constraint (3.16) is used to calculate how many intermediate products are needed to manufacture finished products. Constraint (3.17) ensures that only one intermediate product is manufactured per period. Note that this constraint is imposed by the pulp and paper industry context. Constraints (3.18) and (3.19) make sure that a setup is made at each product change. Constraint (3.20) ensures that the quantity produced and kept in stock is sufficient to satisfy the demand of the partner and the demand of other clients. Because of the MTO mode, constraint (3.21)

specifies that the product is manufactured after order processing. Finally, constraints (3.22) and (3.23) indicate the production and transportation capacity to respect.

#### 3.4.4 Decision models based on VMI

These two models represent a VMI relationship in which the producer is responsible for the inventory of the partner. The producer objective function is similar to (3.15), but now includes inventory holding cost for the products stocked at the retailer site ( $\sum_{t \in T} \sum_{i \in FP_F} h_{it}^c IF_{it}^c$ ). The replenishment is based on the stock consumption ( $stc_{it}^c$ ) and inventory must be kept between a minimum and a maximum level. The retailer does not have to support ordering and inventory holding costs for the producer's products. Consequently, the buying price is the only one to consider when he uses the producer's products. However, if he chooses to buy some merchandise from the second supply source, ordering cost, buying price and inventory holding cost must be considered.

For the retailer, the new objective function is formulated as follows:

$$\begin{aligned} & \text{Max } \sum_{t \in T} \sum_{i \in FP} d_{it}^{cc} pc_{it} - \sum_{t \in T} \sum_{i \in FP_F} RC_{it} p_{it} - \sum_{t \in T} cord \delta SS_t - \sum_{t \in T} \sum_{i \in FPS} QSS_{it} pSS_{it} - \sum_{t \in T} \sum_{i \in FPS} h_{it}^c ISS_{it}^c \\ & \text{subject to (3.3 – 3.6, 3.8, 3.10, 3.12 – 3.14).} \end{aligned} \quad (3.27)$$

The objective function (3.27) tries to maximize the total profit of the retailer. Constraints (3.2), (3.7), (3.9) and (3.11) have been removed since the retailer does not have to manage inventory for the producer's products. Constraints (3.3), (3.4), (3.5), (3.6), (3.8), (3.10), (3.12), (3.13) and (3.14) are the same as in the MTO retailer model, in order to take into account the stock origin and the

cost of using or ordering products (in (3.13) and (3.14), variables not used are removed).

For the producer, the new formulation is:

$$\begin{aligned}
 \text{Max } & \sum_{t \in T} \sum_{i \in FP_F} stc_{it}^c p_{it} + \sum_{t \in T} \sum_{i \in FP_F} d_{it} p_{it} - \sum_{t \in T} \left[ \sum_{m \in M} \left[ \sum_{i \in IP} c_{it}^m Q_{it}^m \right] + \sum_{i \in FP_F} h_{it} I_{it} \right] \\
 & - \sum_{t \in T} \sum_{i \in FP_F} h_{it}^c IF_{it}^c - ctru \sum_{t \in T} Ntru_t
 \end{aligned} \tag{3.28}$$

subject to (3.16–3.20, 3.22–3.26) and

$$R_{i(t-ld)} + IF_{it-1}^c - IF_{it}^c = stc_{it}^c \quad \forall i \in FP_F; \quad \forall t \in T \cup \{0\} \tag{3.29}$$

$$s \leq IF_{it}^c \leq S \quad \forall i \in FP_F; \quad \forall t \in T \tag{3.30}$$

The objective function (3.28) maximizes the total profit of the producer. All constraints are the same as in the MTO producer model (except (3.21), the MTO constraint), so as to respect the production process. However, two other constraints must be added: one for the flow conservation at the retailer site (3.29) and one to keep inventory between a minimum (s) and a maximum (S) level (3.30).

### 3.4.5 Decision models based on regular replenishment

We suppose now that replenishment is made according to an order plan elaborated and updated by the retailer. The retailer has to consider ordering cost each time he sends the plan. The producer knows what the retailer wants several days in advance and must integrate this information in the production planning.

The decision model based on regular replenishment for the retailer is practically the same as the MTO model (3.1-3.6, 3.8, 3.10, 3.12-3.14). However, the retailer does not have to take into consideration the transportation lead time in his planning. He just has to specify the number of products needed at each period and the producer will schedule deliveries respecting this order plan. So constraint (3.7) is replaced by (3.31). The new constraint to add is:

$$RC_{it} = D_{it}^c \quad \forall i \in FPF; \quad \forall t \in T \quad (3.31)$$

Again, the decision model based on regular replenishment for the producer is practically the same as the MTO model (3.15-3.20, 3.22-3.26), except that constraint (3.21) is replaced by (3.32) since the producer knows the order in advance and has to deliver it at the right moment. The new constraint to add is:

$$R_{i(t-ld)} = D_{it}^c \quad \forall i \in FPF; \quad \forall t \in T \quad (3.32)$$

#### 3.4.6 CPFR decision model

In the last model corresponding to the CPFR strategy, we simultaneously optimize the profit of each partner. The objective function (3.33) includes the revenues and costs of each partner. Since the buying price represents revenue for the producer and a cost for the retailer, it has been logically eliminated from the objective function.



$$\begin{aligned}
& \text{Max} \sum_{t \in T} \sum_{i \in FPF} de_{it}^{cc} pc_{it} + \sum_{t \in T} \sum_{i \in FPF} d_{it} p_{it} \\
& - \sum_{t \in T} \sum_{i \in FPF} h_{it}^c IF_{it}^c - \sum_{t \in T} \left[ \sum_{m \in M} \left[ \sum_{i \in IP} c_{it}^m Q_{it}^m \right] + \sum_{i \in FPF} h_{it} I_{it} \right] - \text{ctru} \sum_{t \in T} Ntru_t
\end{aligned} \tag{3.33}$$

subject to (16 – 20, 22 – 26) and

$$R_{i(t-l_d)} + IF_{it-1}^c - IF_{it}^c = de_{it}^{cc} \quad \forall i \in FPF; \quad \forall t \in T \cup \{0\} \tag{3.34}$$

### 3.5 Experimental design and numerical study

After developing decision models based on MTO, regular replenishment, VMI and CPFR, we used AMPL Studio and Cplex Solver in order to test and compare the models. Each test has been solved using a rolling horizon of two weeks, for a total planning period of one year. We consider a variable demand known for the first week and an estimated one for the second week. The parameters used in the model are based on the industrial case. The total system profit and costs of each partner are used to compare each scenario and measure the impact of the collaboration model chosen. The following sections describe the experimental design and the numerical study realized.

#### 3.5.1 Description of the experimental design

Since the collaboration approach influences the decision-making process, we defined a procedure to take into account this characteristic in our experimentation. More precisely, for the MTO and regular replenishment modes, the retailer determines the optimal quantity to order, depending on the demand to satisfy, the inventory level and the deliveries planned. Next, based on the retailer's order and the demand of other clients, the producer optimizes the production planning, taking into consideration the stock level (Figure 3.6).

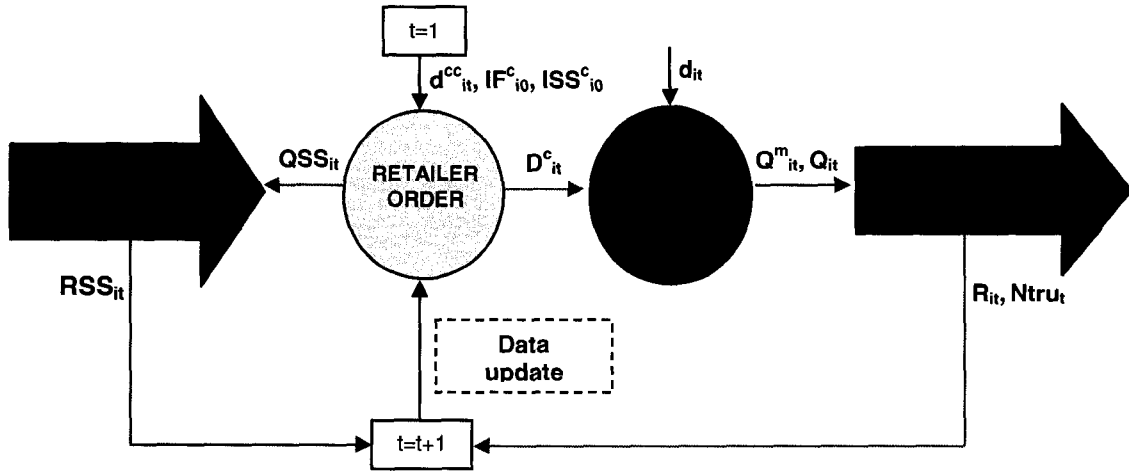


Figure 3.6: Procedure for testing MTO and Regular Replenishment modes

The initial inventory level at the retailer site ((3.35) producer's products, (3.36) second supply source's products), the initial inventory level at the mill (3.37) and the deliveries planned ((3.38) from the producer, (3.39) from the second supply source) are updated at the beginning of each period.

*Data update*

$$IF_{i0}^c = IF_{it}^c \quad (3.35)$$

$$ISS_{i0}^c = ISS_{it}^c \quad (3.36)$$

$$I_{i0} = I_{it} \quad (3.37)$$

$$RC_{i(t+\tau+ld)} = R_{it} \text{ (MTO) or } RC_{i(t+ld)} = R_{it} \text{ (regular replenishment)} \quad (3.38)$$

$$RSS_{i(t+lds)} = QSS_{it} \quad (3.39)$$

The basic steps to experiment MTO models can be summarized as follows:

**Step 1:** The retailer decision model is solved, generating the optimal quantity to order ( $D_{it}^c$ );

**Step 2:** The producer decision model is solved, using the optimal order found at Step 1. The optimal quantity to produce is generated ( $Q_{it}^m, Q_{it}$ );

**Step 3:** Data are updated, and return to Step 1.

In the VMI mode, the producer determines the optimal quantity to produce and the quantity to ship to the retailer site, depending on the demand to satisfy, the stock consumption and the inventory level. Next, using the quantity delivered by the producer, the retailer satisfies his own demand (Figure 3.7).

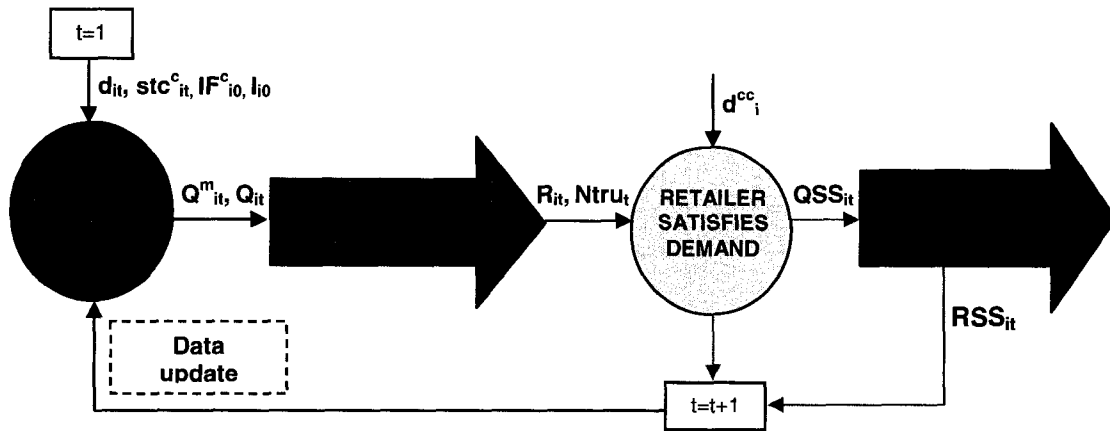


Figure 3.7: Procedure for testing the VMI approach

Again, the initial inventory level at the retailer site ((3.40) producer's products, (3.41) second supply source's products), the initial inventory level at the mill (3.42) and the deliveries planned ((3.43) if the retailer chooses to order at the second supply source) are updated at the beginning of each period.

*Data update*

$$IF_{i0}^c = IF_{it}^c \quad (3.40)$$

$$ISS_{i0}^c = ISS_{it}^c \quad (3.41)$$

$$I_{i0} = I_{it} \quad (3.42)$$

$$RSS_{i(t+lds)} = QSS_{it} \quad (3.43)$$

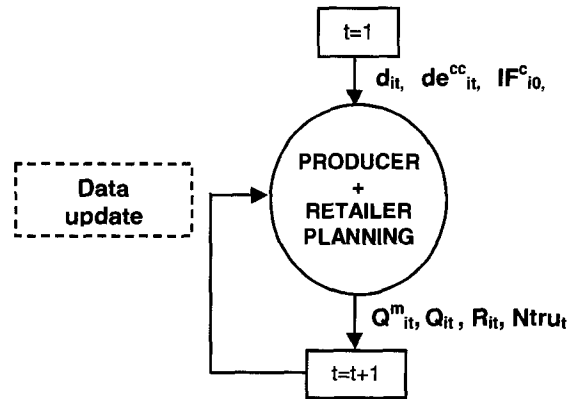
The basic steps to experiment VMI models can be summarized as follows:

**Step 1:** The producer decision model is solved, generating the optimal quantity to produce and to ship to the retailer site ( $Q_{it}^m, Q_{it}, R_{it}, Ntr_{it}$ );

**Step 2:** The retailer decision model is solved, using optimal quantities found at Step 1;

**Step 3:** Data are updated, and return to Step 1.

CPFR is a common model and all the decisions are made simultaneously (Figure 3.8).



**Figure 3.8: Procedure for testing the CPFR method**

Since the retailer never uses the second supply source for this particular mode, the initial inventory level of producer's products at the retailer site (3.44), the initial inventory level at the mill (3.45) and the deliveries planned ((3.46) from the producer) are the only variables updated at the beginning of each period.

*Data update*

$$IF_{i0}^c = IF_{it}^c \quad (3.44)$$

$$I_{i0} = I_{it} \quad (3.45)$$

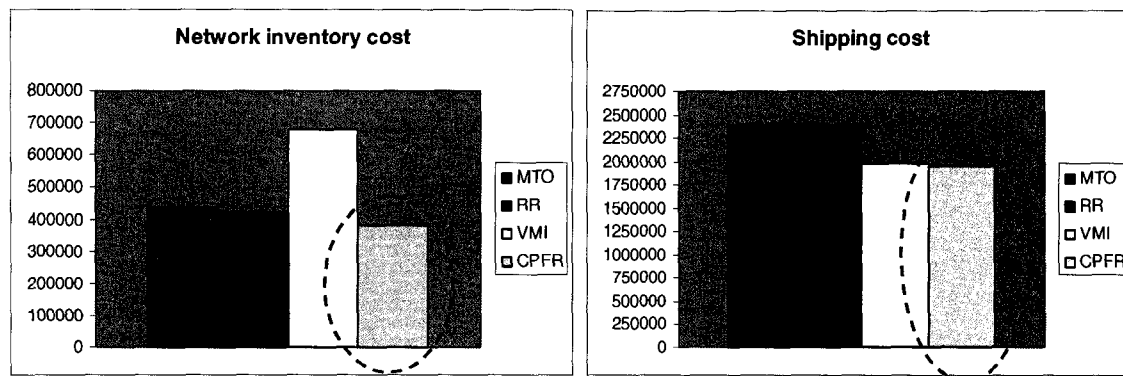
$$RC_{i(t+ld)} = R_{it} \quad (3.46)$$

### 3.6 Numerical study

In this section, experimental results are presented in order to identify which collaboration approach generates the greatest total system profit depending on the context. Specifically, we consider the demand for twenty finished products grouped into four families, each family corresponding to one intermediate product. The producer and the second supply source offer the same products. In addition, we suppose production and transportation lead times of one period. The producer can manufacture the product on two paper machines (with different capacities), the bottleneck stage of the production process. Different scenarios have been studied: 1-the prices of the producer are lower than the prices of the second supply source versus the prices of the producer are equal to the prices of the second supply source, 2-three different transportation lead times and 3- three types of demand profile: variable, constant and accumulated demand.

#### 3.6.1 *Higher and equal market price*

We first assume that the prices of the producer are lower than the prices of the second supply source. Our experiments led us to some observations. To begin with, the CPFR model generates the greatest total system profit because of an efficient optimization of both shipping and inventory costs. In particular, the CPFR shipping cost is up to 18 percent lower than the shipping cost of other models. In addition, the CPFR network inventory cost is up to 44 percent lower than costs of other models (Figure 3.9).



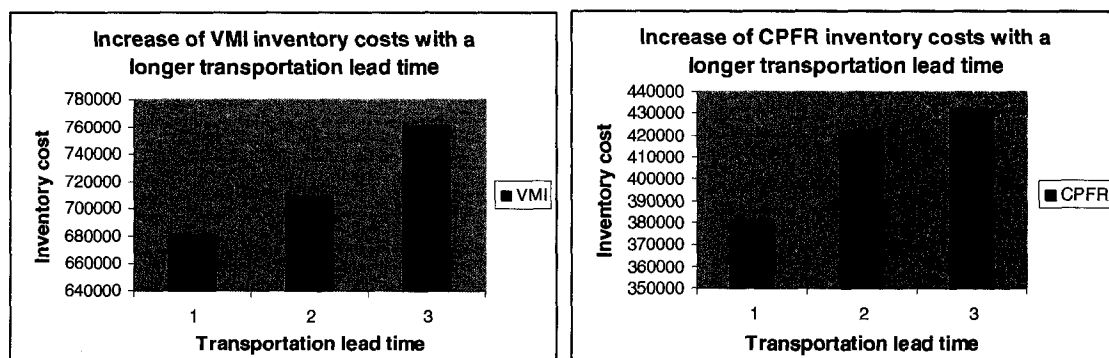
**Figure 3.9: Inventory and shipping costs of each collaboration approach**

The VMI model is second best because of a saving in shipping costs (inventory cost for this approach is considerable since we assumed an important stock level at the retailer site to guarantee a good service level). The regular replenishment and MTO modes obtain the lowest total system profit. This last observation is not necessarily obvious since the regular replenishment approach is generally an efficient collaboration model for enterprise networks. In fact, we assume a total flexibility, thus the retailer can adjust the order plan every day depending on his needs. As a result, the regular replenishment approach becomes similar to the MTO mode.

When the prices of the producer are the same as the prices of the second supply source, results are very similar. More precisely, the collaboration is not affected by the competition and partners maintain their relationship. However, this is not the case for the MTO mode since the retailer chooses to buy all his merchandise at the second supply source. In particular, the retailer selects the supply source with the lowest lead time, the second supply source (transportation lead time of one period), rather than his partner (production lead time of one period + transportation lead time of one period). Consequently, the total system profit declines by more than 3%.

### 3.6.2 Different transportation lead times

We also compare three different transportation lead times of one, two and three periods. We observe an important impact of this parameter on the inventory cost of the system for collaborations based on VMI and CPFR. More precisely, with a transportation lead time of two and three periods, each of these two approaches obtains a higher inventory cost than with a transportation lead time of one period (Figure 3.10). In fact, with the VMI mode or the CPFR method, the producer can choose to keep more stock in the system in order to decrease the shipping cost. However, when the transportation lead time becomes more important, the producer has less flexibility to correctly plan the production and optimize costs. Nevertheless, CPFR is again the most profitable collaboration approach.



**Figure 3.10: Increase of the inventory cost for VMI and CPFR**

These results confirm that it is not sufficient to simply choose and apply the best collaboration model for a specific relationship. It is also essential to efficiently manage inventory costs and keep lead times as low as possible in order to maintain a profitable collaboration.

### *3.6.3 Various patterns of demand*

All the results presented in the preceding sections were obtained using a variable demand profile that reflects our industrial case. However, the methodology we developed allows us to study various patterns of demand without increasing the solution time. Therefore, in order to illustrate other possible industrial realities, we decided to test the impact of a constant and an accumulated demand profiles.

More particularly, using the same variable demand profile, we organized the data differently to create new patterns. Thus, in order to develop a constant demand profile, we calculated the mean of the variable demand for each product, namely we divided the sum of all the demands by 365 days. In addition, in order to obtain an accumulated demand, we calculated for each product, the sum of the variable demand for three days. We then used these new profiles in our experiments to measure their impact on the production planning.

When we compare the results based on a variable demand with the results obtained using a constant demand, we observe an important difference between the shipping costs, mainly for MTO and regular replenishment. More precisely, the use of a constant demand rather than a variable demand contributes to decrease MTO and regular replenishment shipping costs by more than 13% (Table 3.2). Because the demand is more important, the capacity of the transportation is better used and shipments decrease. However, the impact is not significant for VMI and CPFR.



**Table 3.2: Decrease of the shipping cost with a constant demand**

<i><b>Collaboration approches</b></i>	<i><b>% Decrease shipping cost</b></i>
MTO	13,07
RR	13,31
VMI	0,00
CPFR	-0,88

With the use of an accumulated demand, we again note an important decrease of the shipping cost in comparison with results obtained using a variable demand (Table 3.3). The difference is more important for MTO and regular replenishment.

**Table 3.3: Decrease of the shipping cost with an accumulated demand**

<i><b>Collaboration approches</b></i>	<i><b>% Decrease shipping cost</b></i>
MTO	13,79
RR	13,79
VMI	0,87
CPFR	1,32

Since we assume an accumulation of only three periods, the impact of this pattern of demand on the inventory cost is limited. For our next experiments, we use a higher number of periods in order to illustrate the real impact of this parameter on the system. However, we note that an accumulated demand contributes to increase the stock level of the system for CPFR and VMI, whereas the effect tends to be the opposite for MTO and regular replenishment (Table 3.4). More particularly, for the MTO mode and the regular replenishment approach, the retailer adopts the same behaviour as the demand, namely order for an accumulated number of periods. The producer has consequently more time to plan the production and optimize costs, and the stock level of the system is minimized. For the VMI and the CPFR approach, an accumulated demand will decrease the flexibility of the producer to adequately optimize the stock level

and the shipping cost simultaneously. Therefore, the cost of the inventory system will be higher.

**Table 3.4: Decrease of the inventory cost of the system with an accumulated demand**

<i><b>Collaboration approaches</b></i>	<i><b>% Decrease inventory cost of the system</b></i>
MTO	2,62
RR	2,29
VMI	-2,15
CPFR	-1,42

These results show that, for our industrial case, MTO and regular replenishment are more profitable with a constant or an accumulated demand rather than a variable one. The retailer can manage his inventory efficiently and shipments of the producer are well optimized. VMI and CPFR are more useful when the demand is variable, because of the optimization of both inventory and shipping decisions. Therefore, as many authors have observed (see for example Fry, Kapuscinski & Lennon Olsen, 2001, or Zhu, YU & Huang, 2007), these results confirm that the coordination between players becomes more profitable in a context with variable demand.

### **3.7 Discussion and conclusion**

In this article, we study different collaboration approaches integrated in decision models. Our objectives are to evaluate collaboration dynamics and their impact on the decision making and profit of each partner. Four strategies are retained: MTO, VMI, regular replenishment and CPFR. For each one, we develop specific decision models from the point of view of both the retailer and producer. We also proceed with experiments in order to analyze and compare all the models. The parameters and variables used in the models are defined based on a real industrial case. Using different data and a rolling horizon of two weeks, we

evaluate all the models so as to identify those with higher profitability depending on the context studied.

Different scenarios have been experimented, based on the prices of the producer, the lead times offered and the demand profile. Our results show that when the prices of the producer are lower or the same as the prices of the second supply source, the CPFR method generates the higher total system profit because of an efficient optimization of both inventory and shipping costs. VMI is second best since the shipping cost is optimized efficiently. The regular replenishment and the MTO mode obtain the lowest total system profit. When the prices offered by the producer are the same as the prices of the second supply source, the relationship is not affected by the competition if the collaboration is based on VMI, CPFR or regular replenishment. However, for the MTO mode, the retailer prefers to buy merchandise from the second supply source because of a lower lead time. When we compare models using three different lead times, we observe that the inventory cost for VMI and CPFR is higher with a longer lead time. The CPFR method is particularly affected with an increase of the inventory cost of more than 12%. We also compare various patterns of demand: variable, constant and accumulated. We noted that MTO and regular replenishment are more profitable in a context with a constant or an accumulated demand, since shipping and inventory costs are lower than costs obtained with a variable demand. VMI and CPFR become very advantageous when the demand is variable, because it is now possible to optimize efficiently both shipping and inventory costs. All the scenarios tested confirm that it is very important that partners correctly identify their collaboration context in order to choose the collaboration approach that reflects their industrial reality.

In order to correctly compare the models, all the operational costs associated with each collaboration strategy are included in the profit function of the players.

However, we do not consider implementation costs in our current study. Since this cost can be very important for strategies with more interaction like the CPFR method, a specific fixed cost could be added to each profit function in order to take into consideration this characteristic. We also do not take into account the transit cost in our objective functions. Whereas this cost can be significant especially when the lead time is important, it could be interesting to add this parameter to the models.

This paper contributes to illustrate the differences between each of logistics strategies often used by industry. The methodology defined allows us to study various collaboration approaches in complex contexts that have not been thoroughly explored before. For future research, it would be interesting to realize additional experiments, using an assortment of parameters like lead times and varying prices. Studying the impact of applying some incentives like buyback contracts or quantity discounts on the behaviour of each player is also an area worthy of investigation. This could lead to a better understanding of the dynamics of enterprise collaboration and the importance of the chosen model on current decision making.

### **3.8 References**

Barratt, M. & Oliveira, A. (2001). Exploring the experience of collaborative planning initiatives. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 31(4), 266-289.

Bernstein, F. & Federgruen, A. (2005). Decentralized Supply Chains with Competing Retailers Under Demand Uncertainty. *Management Science*. 50(1). 18-29.

Cachon, G. P. (2003). Supply Chain Coordination with Contracts. In de Kok A. G. & Graves, S. C. (eds.), *Handbooks in operations research and management science*, (Vol. 11, pp. 229-339). Amsterdam: Elsevier.

Cachon, G. P. (2004). The Allocation of Inventory Risk in a Supply Chain: Push, Pull, and Advanced-Purchased Discount Contracts. *Management Science*, 50(2), 222-238.

Cederlund, J. P., Kohli, R., Sherer, S. A. & Yao, Y. (2007). How Motorola put CPFR into action. *Supply Chain Management Review*, October 2007, 28-35.

Chen, F. (2003). Information Sharing and Supply Chain Coordination. In de Kok A. G. & Graves, S. C. (eds.), *Handbooks in operations research and management science*, (Vol. 11, pp. 341-421). Amsterdam: Elsevier.

Cigolini, R. & Rossi, T. (2006). A note on supply risk and inventory outsourcing. *Production Planning & Control*, 17(4), 424-437.

De Toni, A. F. & Zamolo, E. (2005). From a traditional replenishment system to vendor-managed inventory: A case study from the household electrical appliances sector. *International Journal of Production Economics*, 96, 63-79.

Dong, A. H., Wong, W. K., Chan, S. F. & Yeung, P. K. W. (2006). Improve production balance for apparel supply chain adopting VMI replenishment strategy. *Proceedings of the International Conference on Management of Innovation and Technology*, Singapore (Vol. 2, pp. 848-852). Piscataway, NJ: IEEE.

Dudek, G. & Stadtler, H. (2007). Negotiation-based collaborative planning in divergent two-tier supply chains. *International Journal of Production Research*, 45(2), 465-484.

Fry, M. J., Kapuscinski, R. & Lennon Olsen, T. (2001). Coordinating production and delivery under a (z,Z)-type vendor-managed inventory contract. *Manufacturing & Service Operations Management*, 3(2), 151-173.

Giannoccaro, I. & Pontrandolfo, P. (2004). Supply chain coordination by revenue sharing contracts. *International Journal of Production Economics*, 89, 131-139.

Jung, H., Jeong, B. & Lee, C.-G. (2008). An order quantity negotiation model for distributor-driven supply chains. *International Journal of Production Economics*, 111, 147-158.

Lee, H. L., Padmanabhan, V. & Whang, S. (1997). Information Distortion in Supply Chain: the Bullwhip Effect. *Management Science*, 43(4), 546-558.

Martel, A. (2000). Conception et gestion de chaînes logistiques. Operations and Decision Systems Department, Laval University.

Munson, C. L. & Rosenblatt, M. J. (2001). Coordinating three-level supply chain with quantity discount. *IIE Transactions*, 33(5), 371-385.

Rizk, N., Martel, A. & D'Amours, S. (2005). Synchronized production-distribution planning in a single-plant multi-destination network (DT-2005-AM-2). Québec: Laval University.

Schneeweiss, C. & Zimmer, K. (2004). Hierarchical coordination within the supply chain. *European Journal of Operational Research*, 153, 687-703.

Simatupang, T. M. & Sridharan, R. (2002). The collaborative supply chain. *International Journal of Logistics Management*, 13(1), 15-30.

Steermann, H. (2003). A practical look at CPFR: The Sears-Michelin Experience. *Supply Chain Management Review*, July 2003, 46-53.

Thron, T., Nagy, G. & Wassan, N. (2005). The impact of various delivery prioritization strategies in heterogeneous supply chain environments. Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Industrial Simulation Conference, Berlin (pp. 262-268). Ghent: Eurosis-ETI.

Tsay, A. A. (1999). The Quantity Flexibility Contract and Supplier-Customer Incentives. *Management Science*, 45(10), 1339-1358.

Voluntary Interindustry Commerce Solutions. CPFR Guidelines. Available at: <http://www.vics.org/home>.

Weng, K. Z. & McClurg, T. (2003). Coordinated ordering decisions for short life cycle products with uncertainty in delivery time and demand. *European Journal of Operational Research*, 151, 12-24.

Zhu, B.-l., YU, H.-b. & Huang, X.-y. (2007). Integrated production planning model and method for supply chain. Proceedings of the International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, Shanghai (pp. 4709-4712). Piscataway, NJ: IEEE.

## **CHAPITRE 4 : Collaboration for a two-echelon supply chain in the pulp and paper industry: the use of incentives to increase profit**

Nadia Lehoux<sup>a</sup>, Sophie D'Amours<sup>b</sup>, Yannick Frein<sup>c</sup>, André Langevin<sup>a</sup>, Bernard Penz<sup>c</sup>

<sup>a</sup> CIRRELT, Département de mathématiques et de génie industriel, École Polytechnique de Montréal, C.P. 6079, succ. Centre-ville, Montréal (Québec), Canada, H3C 3A7

<sup>b</sup> FORAC, Département de génie mécanique, Université Laval, Québec, Canada, G1V 0A6

<sup>c</sup> Laboratoire G-SCOP, INPG-CNRS-UJF, 46, avenue Félix Viallet, 38031 Grenoble Cedex 1, France

### **4.1 Abstract**

We study the case of a pulp and paper producer who establishes a partnership with one buyer. Using two types of relationship, namely a traditional system without any collaboration scheme and CPFR (Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment), we develop decision models describing the producer and the buyer planning processes. We also identify which approach is more profitable for each actor and for the network. We then test how different incentives can improve the traditional system and provide higher gains for partners. Our results show that using incentives increases the system's profit by up to 4% if parameters are well defined.

*Key words:* Enterprise collaboration, incentives, supply chain management, contracts



## 4.2 Introduction

Considering the effects of international competition, the development of new technologies and the increase of operation and energy costs, enterprises must optimize their way of doing business if they want to survive and be better than the competition. In Canada, some industrial sectors like the pulp and paper industry are more affected by this economic situation. Enterprises must improve their supply chain and tend towards new logistics strategies in order to efficiently manufacture and deliver products throughout the network. One way of doing this is to establish collaborations with suppliers, retailers and customers, so as to coordinate activities and exchange more information.

In our research, we study the case of a pulp and paper producer who decides to establish a partnership with one of his clients in order to improve production and distribution planning. The producer is specialized in the production and sale of paper, pulp and wood, and has multiple mills and warehouses all across Canada and the United States. The producer is one of the main paper suppliers in the country. The production process is characterized by a limited capacity, so the producer must plan his operations in order to satisfy the demand of the partner and the demand of all the other clients. The partner is a merchant, thus he buys products from the producer, keeps them in stock and then sells them to the final consumer without transforming the products. The merchant has two warehouses in the province of Quebec, and offers more than two thousand different products to his Canadian and American customers. These two actors therefore decided to collaborate in order to better respond to market demand, under the constraint that each partner still aims for maximum profit. The producer tries to optimize his production, distribution and inventory costs, while the merchant tries to optimize his ordering, buying and inventory costs. Consequently, it is necessary to identify a collaboration mode that leads to an efficient product exchange and

that generates maximum profits for the network and for each actor. To realize this, we compare two types of relationship, namely a traditional system characterized by a local optimization without any collaboration scheme, and CPFR (Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment), a collaborative technique that attempts to optimize network activities. For each of these approaches, we develop decision models that illustrate the planning decisions from the point of view of the producer and from the point of view of the merchant. We then try to identify which one is more profitable for each partner as well as for the network, based on real costs and parameters obtained from the industrial case. We also develop three types of incentives with the aim of increasing the profit of the traditional system. More precisely, we investigate the impact of a bonus for optimized orders, a share of savings when shipments are optimized, and quantity discounts.

In summary, our goal is to explore two types of relationship for a real industrial case. When analyzing profits for the network and for each partner, it is observed that a particular collaboration mode is not necessarily advantageous for both of them. Moreover, some incentives are also examined. They contribute to increase the network profit of the traditional system, without requiring an important information exchange or a complex implementation. Therefore, using incentives in a two-echelon supply chain can be an efficient strategy to obtain a greater network profit. This article is organized as follows: In Section 4.3, a brief literature review is proposed. In Section 4.4, we describe our case study and the decision models developed. In Section 4.5, the computational study, the analysis, and the incentives are detailed. Finally, we provide some concluding remarks in Section 4.6.

### 4.3 Literature review

The pulp and paper supply chain is relatively complex (Carlsson, D'Amours, Martel & Rönnqvist, 2006). While some enterprises control all of the activities from the forest to the final consumer, others work with subcontractors for specific operations. In all cases, high operational costs, international competition and new technologies motivate them to efficiently manage their network. More particularly, a key factor concerns the planning and scheduling of different production stages to manufacture a large number of products. Paper rolls and sheets are produced from trees or logs which are first chipped. The chips are mixed with chemicals and water to produce the pulp. The pulp is then transformed into jumbo rolls of paper (intermediate products). These paper rolls are large in size and cannot normally be kept in storage for long. They are therefore cut into smaller rolls or sheeted when needed. The producer can choose to produce in order to stock products (Make to Stock), he can realize all the production stages and then cut the paper to obtain different types of sheets depending on the demand (Sheet to Order), or he can manufacture products on demand (Make to Order) (Chauhan, Martel & D'Amours, 2005). In addition, the producer must deliver products quickly and respect the transportation capacity. The more these different activities are coordinated, the more advantageous it can be. As an example of this, Rizk *et al.* (2005) demonstrate that if production and distribution operations are synchronized, some important gains can be obtained and costs can be optimized.

However, to aim for an efficient planning of supply chain activities, it is necessary that each actor has a good knowledge of the features and the needs of the network. As many authors demonstrate in their studies (see for example F. Chen, 2003), the supply chain is characterized by asymmetric information. For example, when the merchant sells different types of paper to printers, he

has access to specific demand information and he can choose to share or not this knowledge with the producer. If he chooses to keep this information for himself, the producer will have to plan the production based on merchant orders and not on the real demand of printers. This lack of information can lead to inefficient utilization of capacity, stock in excess or shortages, poor quality of service, etc., throughout the network (H. L. Lee, Padmanabhan & Whang, 1997). Therefore, in an ideal world, supply chain partners should share their knowledge so as to decrease negative effects of decentralized planning.

Even if all the information is exchanged, it is also necessary to use some collaborative approaches in order to correctly use this knowledge. Through the years, different industries have developed methods to better synchronize activities and tend towards a more centralized production and distribution planning. For example, Efficient Consumer Response (ECR) is an illustration of a strategy implemented by the food industry in which each partner collaborates in order to deliver the right product at the right place with the best price to customers. The different concepts of ECR can be grouped into three areas: demand management (category management), product replenishment (continuous replenishment) and enabling technology (EDI) (Martel, 2000). VMI is another approach developed during the eighties in which the manufacturer is responsible for managing the inventories of its products for the client. This helps end stock-outs and facilitates better replenishment (Barratt & Oliveira, 2001). An interesting case study on the application of VMI to the household electrical appliances sector is presented by De Toni and Zamolo (2005), in which they show how the implementation of the VMI model results in more gains than traditional replenishment systems. Another strategy, CPFR, has been designed to improve the flow of goods from the raw material suppliers, to the manufacturer, to retailer shelves (VICS, 2004). The idea is to share information such as sales history, product availability, lead times, etc., to better synchronize

activities and eliminate excess inventory. It was also developed to rapidly identify any differences in the forecasts or inventory, in order to correct the problems before they negatively impact sales or profits. As Thron *et al.* (2005) demonstrate in their paper, developing CPFR in the supply chain can lead to substantial benefit, depending on the context studied. CPFR can also be more efficient than the VMI mode, especially when the demand is variable (Cigolini & Rossi, 2006).

Nevertheless, the exchange of information and the use of collaborative methods do not guarantee an immediate success. The more partners need to work together, the more time and money will have to be spent to ensure a viable collaboration. Moreover, the partnership will not continue if one of the members does not obtain enough gains or if a participant attempts to divert the collaboration in his favour. This would be the case of an opportunist player who tries to impose the rules of the game or makes decisions considering penalties and rewards locally rather than globally (Simatupang & Sridharan, 2002). To avoid this kind of situation, it is often necessary to use incentives such as pricing agreements or quantity discounts to influence actor decisions and tend towards an optimization of the global network. Many authors have studied these incentives applied to supply chain management. Cachon (2003) presents a detailed review of these articles. The first incentive regularly studied considers the price charged by the manufacturer to the retailer. This is referred to as wholesale price. Cachon (2004) demonstrates that, depending on the context, wholesale price can play a role in the coordination of the system. Another incentive is based on product returns, known as buyback contracts. The retailer can now return some or all the items ordered for compensation (see for example Bernstein & Federgruen, 2005). A different incentive concerns network revenue. With a revenue sharing contract, the retailer shares revenue generated from sales with his supplier in return for a lower supplier price (see for example

Giannoccaro & Pontrandolfo, 2004). In order to offer increased flexibility to the partner, the quantity flexibility contract is another incentive in which the retailer can adjust his order using more accurate knowledge of demand (see for example Tsay, 1999). Frequently used, quantity discounts also encourage the buyer to order more than usual (see for example Munson & Rosenblatt, 2001). The guarantee of a certain profit margin is another way to change the behavior of partners (Urban, 2007).

Because it is difficult to study inter-firm collaborations without considering their impact on production planning, several authors have taken into account characteristics of production and distribution systems to define how many units to produce or to order, so as to better coordinate decisions of each network member. More precisely, authors have studied the negotiation process between two or more partners in order to develop a planning model with minimum information exchange (Dudek & Stadtler, 2007; Zhu, YU & Huang, 2007; Jung, Jeong & Lee J., 2008). However, Dudek and Stadtler (2007) observe that an efficient network planning must be associated with the use of an incentive like the share of savings to ensure that each partner gains a true advantage. This is why the decision models presented in the next section include different operational parameters and the use of incentives. By considering characteristics of production and distribution systems and different types of network rewards, we are able to develop decision models that reflect industrial reality. Also, by applying three different incentives to a traditional system, we thus propose an approach that better coordinates planning decisions of each partner and increases the profit of the network, without requiring an important implementation cost.

#### **4.4 Decision models and case study**

In order to compare different types of relationship for a two-echelon supply chain and to identify which one generates the greatest profit for the network and for each partner, we develop decision models from the point of view of both the producer and the merchant that illustrate all their planning decisions<sup>5</sup>. More precisely, using mixed-integer linear programming, we identify the costs, revenues and constraints involved in using a traditional system without any collaboration scheme and the CPFR method. The idea is to select two approaches with different levels of interaction. The traditional system is frequently used in the pulp and paper industry since it does not necessitate an important interaction level, whereas CPFR requires a real cooperation between partners and specific information has to be exchanged. So it is interesting to compare these two opposite cases in order to evaluate their impact on the network profit. The case study concerns a pulp and paper producer who decides to establish a partnership with one of his clients. Because the production capacity is limited, the producer must plan activities adequately to satisfy the demand of the partner and the demand of a large number of clients. The partner can buy products from the producer or from another supply source depending on the price and lead times offered (Figure 4.1).

---

<sup>5</sup> The producer decision model has some similarities with the model presented by Rizk et al. (2005).

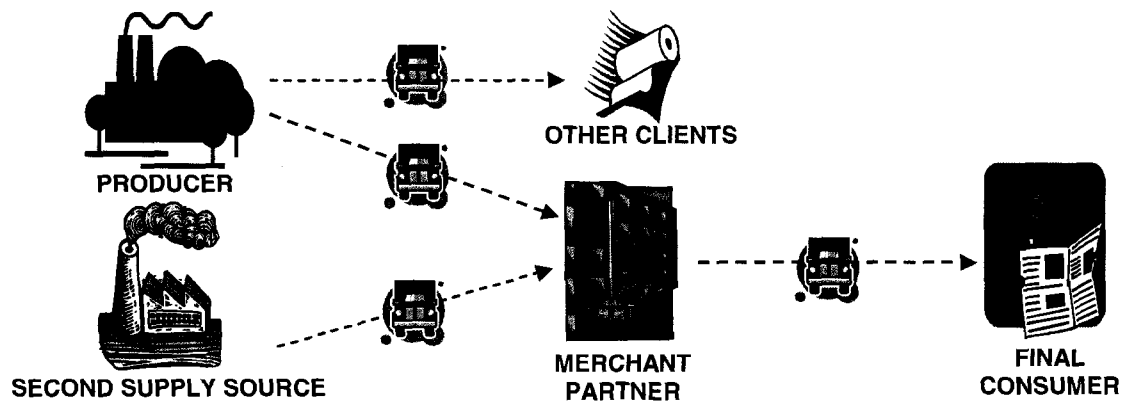


Figure 4.1: Description of the case study

#### 4.4.1 Mathematical notation

After choosing a traditional system and the CPFR mode as potential types of relationship for the case study, we use mixed-integer linear programming to define decision models that illustrate the planning process of each partner. To formulate the models, the following mathematical notation is required:

##### Sets

- $T =$  The length of the planning period
- $IP =$  The set of intermediate products
- $Suc_i =$  The set of finished products that can be obtained from the intermediate products
- $FP =$  The set of finished products ( $FPF \cup FPS$ )
- $FPF =$  The set of finished products proposed by the producer
- $FPS =$  The set of finished products proposed by the second supply source
- $M =$  The set of machines that manufacture intermediate products

##### Parameters

- $t =$  A planning period
- $\tau =$  Production lead time
- $i =$  An intermediate or finished product
- $cf =$  Conversion factor indicating number of units of intermediate products to produce
- $a_{it}^m =$  Production capacity consumption rate of intermediate products at machine  $m$  at period  $t$
- $ld =$  Transportation lead time of the producer
- $lds =$  Transportation lead time of the second supply source
- $r_i =$  Transportation resource absorption rate for finished products
- $tset_i^m =$  Setup time to manufacture intermediate products on the machine  $m$  at the beginning of period  $t$
- $d_{it} =$  Demand for finished products ordered by the other clients at period  $t$



- $d_{it}^{cc}$  = Demand for finished products ordered by the final consumer at period  $t$   
 $de_{it}^{cc}$  = Demand for finished products ordered by the final consumer and estimated by the partners at period  $t$   
 $c_t^m$  = Production capacity of machine  $m$  at period  $t$   
 $cap_t$  = Transportation capacity of a truck at period  $t$   
 $c_{it}^m$  = Production cost of the intermediate product on machine  $m$  at period  $t$   
 $h_{it}$  = Inventory holding cost of finished products at the mill at period  $t$   
 $h_{it}^c$  = Inventory holding cost of finished products at the merchant site at period  $t$   
 $ctru$  = Transportation cost of finished products delivered to the merchant at period  $t$   
 $cord$  = Ordering cost of the merchant  
 $pSS_{it}$  = Price for finished products proposed by the second supply source at period  $t$   
 $p_{it}$  = Price for finished products proposed by the producer at period  $t$   
 $pc_{it}$  = Price for finished products proposed by the merchant to the final consumer at period  $t$   
 $bonus$  = Bonus for small orders that are avoided  
 $nbro$  = Number of orders made by the merchant without using an incentive  
 $cmin$  = Minimum truckload use to get the incentive (% truckload \*  $cap_t$ )  
 $qmin$  = Minimum quantity to order by the merchant to obtain a discount  
 $pds_{it}$  = Price after discount for additional units ordered at period  $t$   
 $w$  = Point where the line with discount crosses the y-axis  
 $g$  = A large number

#### *Decision variables*

- $\pi_{it}^m$  = Binary variable equal to 1 if the product is manufactured on machine  $m$  at period  $t$ , 0 otherwise  
 $\rho_{it}^m$  = Binary variable equal to 1 if a setup for the product is made on machine  $m$  at period  $t$ , 0 otherwise  
 $Q_{it}$  = Quantity of finished products manufactured at period  $t$   
 $Q_{it}^m$  = Quantity of intermediate products manufactured on machine  $m$  at period  $t$   
 $D_{it}^c$  = Quantity of finished products bought from the producer at period  $t$   
 $R_{it}$  = Quantity of finished products shipped by the producer at period  $t$   
 $RC_{it}$  = Quantity of producer's finished products received by the merchant at period  $t$   
 $QSS_{it}$  = Quantity of finished products bought from the second supply source at period  $t$   
 $RSS_{it}$  = Quantity of finished products received by the merchant from the second supply source at period  $t$   
 $I_{it}$  = End of period inventory level of finished products at the mill at period  $t$   
 $IF_{it}^c$  = End of period inventory level of producer's finished products at the merchant site at period  $t$   
 $ISS_{it}^c$  = End of period inventory level of finished products bought from the second supply source at period  $t$   
 $Ntru_t$  = Number of trucks needed at period  $t$   
 $\delta_t$  = Binary variable equal to 1 if the merchant orders producer's finished products at period  $t$ , 0 otherwise  
 $\delta SS_t$  = Binary variable equal to 1 if the merchant orders second supply source's products at period  $t$ , 0 otherwise  
 $NSO$  = Number of orders made by the merchant with the use of a bonus  
 $D_{it}^{c1}$  = Quantity of finished products bought from the producer without a discount at period  $t$   
 $D_{it}^{c2}$  = Quantity of finished products bought from the producer with a discount at period  $t$   
 $V1_t$  = Binary variable equal to 1 if the quantity ordered is lower than the minimum quantity at period  $t$ , 0 otherwise  
 $V2_t$  = Binary variable equal to 1 if the quantity ordered is higher than the minimum quantity at period  $t$ , 0 otherwise

The following section describes each decision model.

#### 4.4.2 Decision models

The development of a specific relationship will directly affect the way goods and information are exchanged between partners, as well as how the partners make their planning decisions. Thus, enterprises do not make the same decisions if the relationship is based on a CPFR method rather than a traditional system. Specifically, if the relationship is based on a traditional system without any collaboration scheme, the merchant orders products depending on his needs, and the quantity ordered can be different from one period to another. The merchant knows the production and distribution lead times of the producer and must take into consideration this information in his planning (Figure 4.2). The producer can use the stock on hand to satisfy the demand of the partner and the demand of other clients or he can manufacture the products on demand. The producer cannot see the real demand at the point of sales and must plan the production based on different merchant orders. The producer also has to deliver the right quantity and respect lead times.

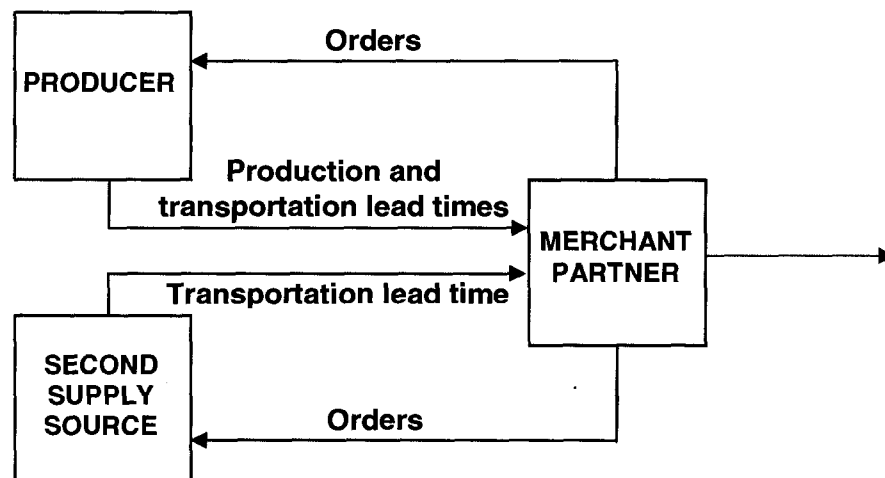


Figure 4.2: Relationship based on a traditional system

Therefore, decision models based on a traditional system reflect these characteristics. More precisely, the merchant decision model based on a traditional system is presented as follows:

$$\begin{aligned} & \text{Max } \sum_{t \in T} \sum_{i \in FP} d_{it}^{cc} pc_{it} - \sum_{t \in T} \text{cord } \delta_t - \sum_{t \in T} \text{cord } \delta SS_t - \sum_{t \in T} \sum_{i \in FPF} D_{it}^c p_{it} - \sum_{t \in T} \sum_{i \in FPS} QSS_{it} pSS_{it} \\ & - \sum_{t \in T} \sum_{i \in FPF} h_{it}^c IF_{it}^c - \sum_{t \in T} \sum_{i \in FPS} h_{it}^c ISS_{it}^c \end{aligned} \quad (4.1)$$

subject to

$$RC_{it} + IF_{it-1}^c - IF_{it}^c = d_{it}^{cc} \quad \forall i \in FP \notin FPS; \quad \forall t \in T \quad (4.2)$$

$$RSS_{it} + ISS_{it-1}^c - ISS_{it}^c = d_{it}^{cc} \quad \forall i \in FP \notin FPF; \quad \forall t \in T \quad (4.3)$$

$$RC_{it} + RSS_{it} + IF_{it-1}^c + ISS_{it-1}^c - IF_{it}^c - ISS_{it}^c = d_{it}^{cc} \quad \forall i \in FPF \cap FPS; \quad \forall t \in T \quad (4.4)$$

$$IF_{it}^c \leq RC_{it} + IF_{it-1}^c \quad \forall i \in FPF; \quad \forall t \in T \quad (4.5)$$

$$ISS_{it}^c \leq RSS_{it} + ISS_{it-1}^c \quad \forall i \in FPS; \quad \forall t \in T \quad (4.6)$$

$$D_{it}^c = RC_{i(t+\tau+ld)} \quad \forall i \in FPF; \quad \forall t \in T \quad (4.7)$$

$$QSS_{it} = RSS_{i(t+lds)} \quad \forall i \in FPS; \quad \forall t \in T \quad (4.8)$$

$$D_{it}^c \leq g \delta_t \quad \forall i \in FP \notin FPS; \quad \forall t \in T \quad (4.9)$$

$$QSS_{it} \leq g \delta SS_t \quad \forall i \in FP \notin FPF; \quad \forall t \in T \quad (4.10)$$

$$D_{it}^c \leq g \delta_t \quad \forall i \in FPF \cap FPS; \quad \forall t \in T \quad (4.11)$$

$$QSS_{it} \leq g \delta SS_t \quad \forall i \in FPF \cap FPS; \quad \forall t \in T \quad (4.12)$$

$$D_{it}^c \geq 0, QSS_{it} \geq 0, RC_{it} \geq 0, RSS_{it} \geq 0, IF_{it}^c \geq 0, ISS_{it}^c \geq 0, \forall i \in FPF; \forall i \in FPS; \forall t \in T \quad (4.13)$$

$$\delta_t, \delta SS_t \in \{0,1\} \quad \forall t \in T \quad (4.14)$$

The merchant wants to maximize his revenue and minimize his ordering, buying and inventory costs if he orders from the producer and/or from a second supply source (equation (4.1)). The merchant has to make sure that he orders and keeps sufficient stock to satisfy the demand of the final consumer (constraints (4.2), (4.3) and (4.4)). He also has to distinguish stock origins, specifically products delivered by the producer and products delivered by the second supply source (constraints (4.5) and (4.6)). If he chooses to order the producer's

products, he will receive his merchandise after production and transportation lead times (constraint (4.7)). If he purchases from the second supply source, it is assumed that inventory is on hand so only a transportation lead time is considered (constraint (4.8)). In all cases, an ordering cost must be taken into account each time the merchant orders products from the producer or from the second supply source (constraints (4.9), (4.10), (4.11) and (4.12)).

The producer decision model based on a traditional system is presented as follows:

$$\text{Max} \sum_{t \in T} \sum_{i \in FPF} D_{it}^c p_{it} + \sum_{t \in T} \sum_{i \in FPF} d_{it} p_{it} - \sum_{t \in T} \left[ \sum_{m \in M} \left[ \sum_{i \in IP} c_{it}^m Q_{it}^m \right] + \sum_{i \in FPF} h_{it} I_{it} \right] - \text{ctru} \sum_{t \in T} Ntru_t \quad (4.15)$$

subject to

$$\sum_m Q_{it}^m - \sum_{Suc_i} Q_{jt} / cf = 0 \quad \forall i \in IP; \quad \forall t \in T \quad (4.16)$$

$$\sum_{IP} \pi_{it}^m \leq 1 \quad \forall m \in M; \quad \forall t \in T \quad (4.17)$$

$$\pi_{it}^m \leq \pi_{it-1}^m + \rho_{it}^m \quad \forall m \in M; \quad \forall i \in IP; \quad \forall t \in T \setminus \{1\} \quad (4.18)$$

$$\pi_{it-1}^m + \rho_{it}^m \leq 1 \quad \forall m \in M; \quad \forall i \in IP; \quad \forall t \in T \setminus \{1\} \quad (4.19)$$

$$Q_{it} + I_{i(t-1)} - I_{it} - R_{it} = d_{it} \quad \forall i \in FPF; \quad \forall t \in T \cup \{0\} \quad (4.20)$$

$$R_{i(t+\tau)} = D_{it}^c \quad \forall i \in FPF; \quad \forall t \in T \quad (4.21)$$

$$a_{it}^m Q_{it}^m + \rho_{it}^m tset_i^m \leq c_t^m \pi_{it}^m \quad \forall m \in M; \quad \forall i \in IP; \quad \forall t \in T \quad (4.22)$$

$$\sum_{i \in FPF} r_i R_{it} \leq cap_t \times Ntru_t \quad \forall t \in T \quad (4.23)$$

$$Q_{it}^m \geq 0 \quad \forall m \in M; \quad \forall i \in IP; \quad \forall t \in T \quad (4.24)$$

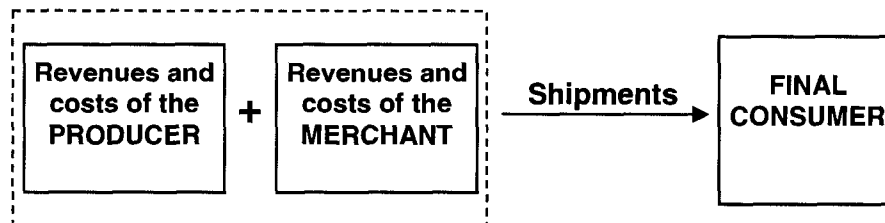
$$Q_{it} \geq 0, I_{it} \geq 0, Ntru_t \geq 0, R_{it} \geq 0 \quad \forall i \in FPF; \quad \forall t \in T \quad (4.25)$$

$$\pi_{it}^m, \rho_{it}^m \in \{0,1\} \quad \forall m \in M; \quad \forall i \in IP; \quad \forall t \in T \quad (4.26)$$

The producer tries to maximize his revenues and minimize his production, distribution and inventory costs (equation (4.15)). The producer has to evaluate the number of intermediate products needed to manufacture finished products

(constraint (4.16)). Only one intermediate product can be manufactured on a paper machine per period, with set-up at each product change (constraints (4.17), (4.18) and (4.19)). The quantity produced and/or stocked must be adequate to satisfy the demand of the partner and the demand of other clients (constraints (4.20) and (4.21)). In addition, production and transportation capacities need to be respected (constraints (4.22) and (4.23)).

When the relationship is based on a CPFR approach, partners have to estimate the demand and then use this forecast in their planning. Since the CPFR reference model is designed to fit many scenarios, we chose to study the method using an elaborate scheme in order to efficiently synchronize the network activities (VICS, 2004). Thus, we assume a real collaboration between partners and the exchange of all the information. Planning decisions are made in order to maximize the profit of both partners and respect each of their local constraints (Figure 4.3). We also suppose that the merchant never uses the other supply source for this particular collaboration mode.



**Figure 4.3: Relationship based on the CPFR method**

The objective function based on CPFR is the result of the sum of revenues and costs of each partner (equation (4.27)). The buying cost is eliminated from the objective function because it represents a cost for one partner and revenue for the other one. The ordering cost is also eliminated since the merchant does not have to plan specific orders. The quantity produced and delivered is determined by the two partners, based on a joint demand forecast (constraint (4.28)).

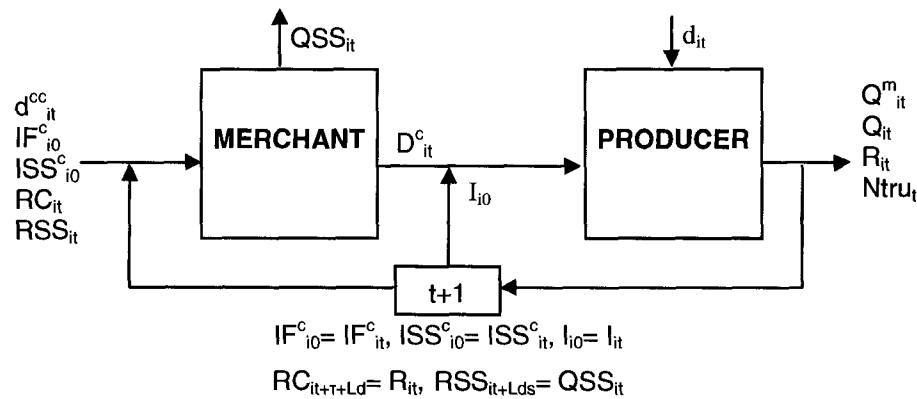
$$\begin{aligned}
& \text{Max} \sum_{t \in T} \sum_{i \in FPF} de_{it}^{cc} pc_{it} + \sum_{t \in T} \sum_{i \in FPF} d_{it} p_{it} \\
& - \sum_{t \in T} \sum_{i \in FPF} h_{it}^c IF_{it}^c - \sum_{t \in T} \left[ \sum_{m \in M} \left[ \sum_{i \in IP} c_{it}^m Q_{it}^m \right] + \sum_{i \in FPF} h_{it} I_{it} \right] - ctru \sum_{t \in T} Ntru_t \\
& \text{subject to (16 – 20, 22 – 26) and}
\end{aligned} \tag{4.27}$$

$$R_{i(t-ld)} + IF_{it-1}^c - IF_{it}^c = de_{it}^{cc} \quad \forall i \in FPF; \quad \forall t \in T \cup \{0\} \tag{4.28}$$

#### 4.5 Computational study

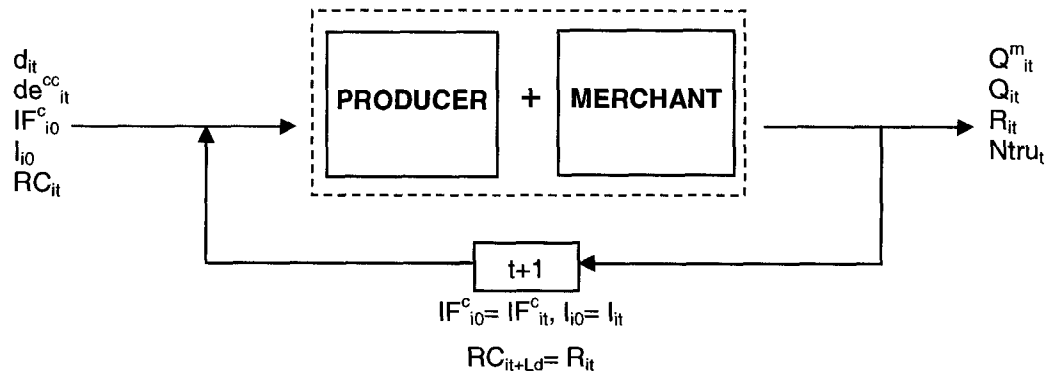
After developing decision models based on a traditional system and CPFR, we proceeded with numerical experiments in order to compare each approach and to identify which one generates the greatest profit for the network and for each partner. Experiments were run on AMPL Studio with Cplex solver. Each test is experimented using a rolling horizon of two weeks, for a total planning period of one year. We consider a variable demand, known for the first week and estimated for the second week (2% error on the forecast). All the costs and the parameters used in the models have been obtained from the industrial case, but there are not detailed in this article because of the confidential aspect. We consider the demand for twenty finished products grouped into four families, each family corresponding to one intermediate product. We assume production and transportation lead times of one period. The producer and the second supply source offer the same products. The producer manufactures products with two paper machines, the bottleneck stage of the production process.

The experiments start with the models based on a traditional system. More precisely, the merchant decision model is solved first in order to identify the optimal quantity to order, depending on the demand to satisfy, the inventory level and the deliveries planned. Next, based on this optimal order and the demand of other clients, the producer decision model is solved, taking into consideration the stock level (Figure 4.4).



**Figure 4.4: Procedure for testing the traditional system**

Afterwards, the CPFR decision model is solved. Specifically, using all the costs and revenues of each partner, the optimal quantity to manufacture and to ship is found so as to maximize the profit of the network (Figure 4.5).

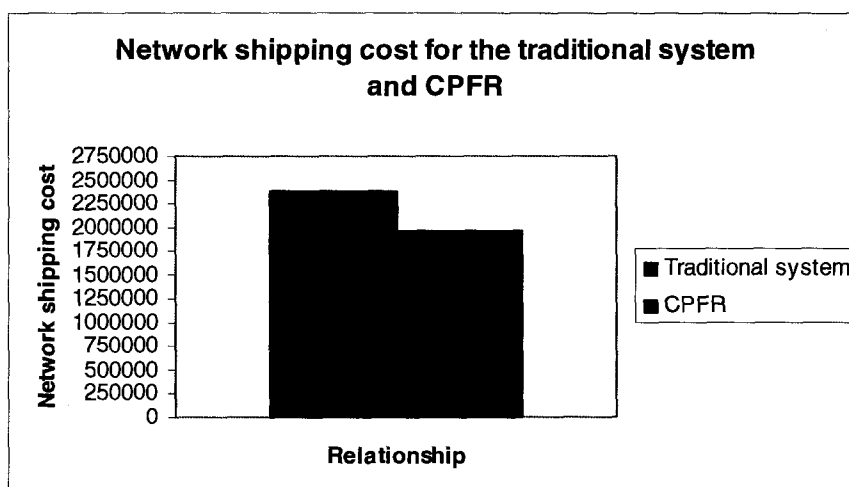


**Figure 4.5: Procedure for testing the CPFR approach**

#### 4.5.1 Analysis of the network profit

Based on the testing procedure described in the precedent section, several scenarios have been tested. More precisely, a first scenario where the prices of the producer are lower than the prices of the second supply source is compared to a second scenario where the prices of the producer are equal to the prices of

the second supply source. Afterwards, the impact of different transportation lead times on the system is evaluated. Finally, diverse changes on the demand profile are analyzed (for more details, see Lehoux *et al.*, 2007). The results reveal that the CPFR method generates the greatest total system profit, mainly because of an efficient optimization of the transportation cost (reduction of 18%, Figure 4.6). In fact, with the CPFR method, the producer can choose to keep more stock in the system in order to decrease the shipping cost. But with the traditional system, the producer must deliver the quantity ordered by the merchant, even if the transportation capacity is not entirely used. Consequently, the traditional system obtains the lowest total system profit.



**Figure 4.6: Network shipping cost obtained with the use of a traditional system and the CPFR mode**

#### 4.5.2 Analysis of the profit of each actor

In this section, we study a method to better share network benefits. More particularly, since CPFR generates the greatest profit for the network, we checked if the use of this collaboration mode could be profitable for both the producer and the merchant. To realize this, the objective function of the CPFR is



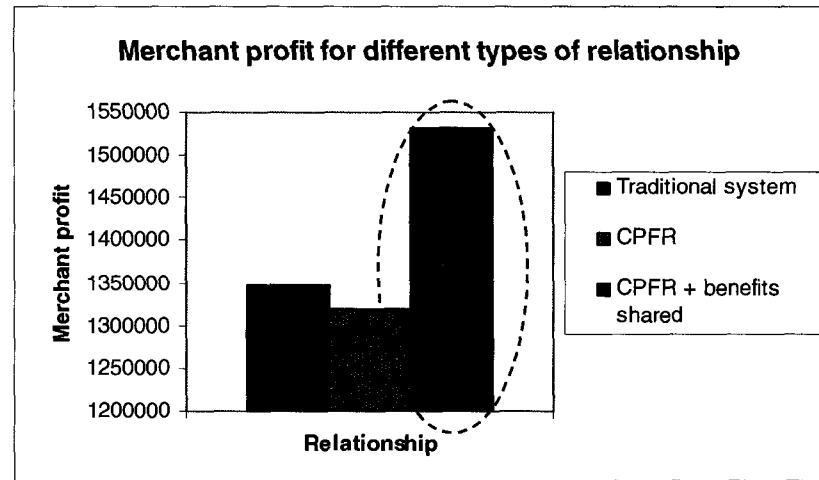
divided in order to obtain the profit of each partner. As a result, the profit of the producer now includes production costs, distribution costs and inventory costs at the mill, while the profit of the merchant takes into account inventory costs at the merchant site. The scenario considered is characterized by a price of the producer lower than the price of the second supply source, a transportation lead time of one period and a variable demand.

We observe that CPFR is the most beneficial for the producer, whereas the traditional system generates the greatest profit for the merchant. This result shows that if one of these approaches is used by the network, the partnership is not profitable for at least one partner. More precisely, one of the partners does not take advantage of the collaboration and will work on changing the type of relationship or choose to work with someone else (Table 4.1).

**Table 4.1: Profit of each partner for one year obtained with a traditional system and the CPFR mode**

<b>MERCHANT PROFIT</b>		<b>PRODUCER PROFIT</b>	
<i>Traditional system</i>	<i>CPFR</i>	<i>Traditional system</i>	<i>CPFR</i>
<b>1347290 \$</b>	1318734 \$	7712488 \$	<b>8030342 \$</b>

For this reason, we identify a method to share benefits in order to obtain a CPFR collaboration that is profitable for each partner. More precisely, we observe that if the producer accepts to share a part of the transportation savings with the merchant, the profit of the merchant is higher than the profit obtained with a traditional system (Figure 4.7), and the producer obtains a higher profit than the one generated by the other approach.



**Figure 4.7: Merchant profit for different types of relationship**

So for our case study, even if the CPFR generates the greatest total system profit, this approach needs to be used with an adequate method to share benefits like the share of transportation savings so as to be profitable for every partner. Otherwise, the merchant obtains a lower profit and he will probably bring the collaboration with the producer to an end.

#### *4.5.3 The use of incentives to increase the profit of the traditional system*

In this section, we study the use of some incentives to increase the profit of the network. In particular, the CPFR method is regularly used by enterprises to better coordinate activities and eliminate excess inventory. However, this kind of collaboration approach requires an important implementation cost and considerable investments. Also, specific information has to be exchanged even if enterprises frequently prefer to keep this information for themselves. Considering this, how can partners be incited to make decisions that are good for the entire network, in order to obtain a total system profit similar to the one generated by the CPFR mode? Which incentive should be used to change partners' behavior without requiring an important information exchange? To

respond to these questions, three different incentives are developed: 1- a bonus if orders are optimized with regards to shipments, 2- the share of transportation savings if the transportation capacity is well used, and 3- a quantity discount if the merchant orders more than usual. We then apply these incentives to the model based on a traditional system in order to verify whether their use improves the profit of the network or not.

The first incentive studied is based on the use of a bonus to optimize orders. More precisely, the merchant orders each day (one order/day), but the quantity regularly ordered does not exploit full transportation capacity. Consequently, a lot of trucks are not entirely loaded. So, with this incentive, the merchant is encouraged to order less frequently, but with larger orders, so as to better use transportation capacity. In return, the producer gives a bonus for small orders that are avoided. We assume that partners have negotiated the bonus before any process takes place.

With these new characteristics, the objective function of the merchant based on a traditional system will now include the bonus given when small orders are not placed (equation (4.29)). Also, a new constraint is necessary to calculate the number of small orders avoided (constraint (4.30)).

$$\begin{aligned}
 & \text{Max } \sum_{t \in T} \sum_{i \in FP} d_{it}^{cc} pc_{it} - \sum_{t \in T} \text{cord } \delta_t - \sum_{t \in T} \text{cord } \delta SS_t - \sum_{t \in T} \sum_{i \in FP_F} D_{it}^c p_{it} \\
 & - \sum_{t \in T} \sum_{i \in FPS} QSS_{it} pSS_{it} - \sum_{t \in T} \sum_{i \in FP_F} h_{it}^c IF_{it}^c - \sum_{t \in T} \sum_{i \in FPS} h_{it}^c ISS_{it}^c \\
 & + \text{NSO bonus}
 \end{aligned} \tag{4.29}$$

subject to (4.2 – 4.14) and

$$\text{nbro} - \sum_{t \in T} \delta_t = \text{NSO} \tag{4.30}$$

Using different values for the bonus, one can rapidly observe a profit of the system greater than the profit obtained with a traditional system (Figure 4.8).

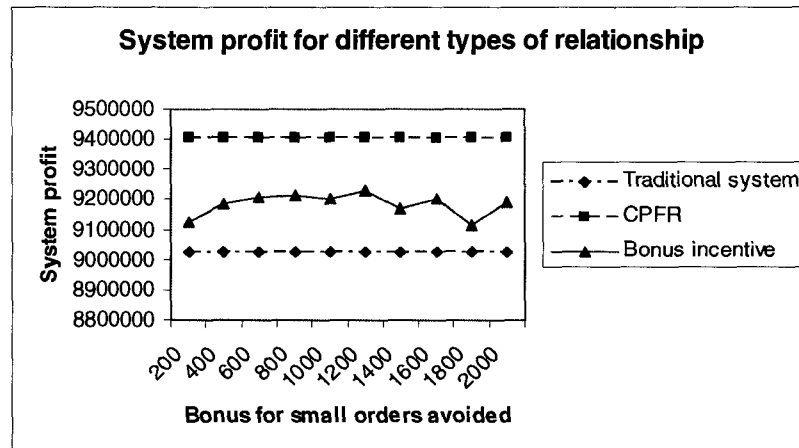


Figure 4.8: The impact of using a bonus on the profit of the system

More precisely, the merchant orders less frequently and the transportation capacity is better used (Table 4.2).

Table 4.2: Quantity ordered by the merchant with and without a bonus

T	Quantity of products A ordered for one week (kg)	
	Without Bonus	With Bonus = 600\$/small orders avoided
1	3263	3741
2	478	0
3	50934	77178
4	26244	0
5	26353	58762
6	32409	0
7	8758	17767

Moreover, for a large number of bonus values, adding this incentive is profitable for both the merchant (Figure 4.9) and the producer (Figure 4.10). Specifically, since the transportation capacity is well used, the producer obtains a lower

shipping cost. For the merchant, even if the stock level is higher, the bonus is sufficient to obtain a greater profit.

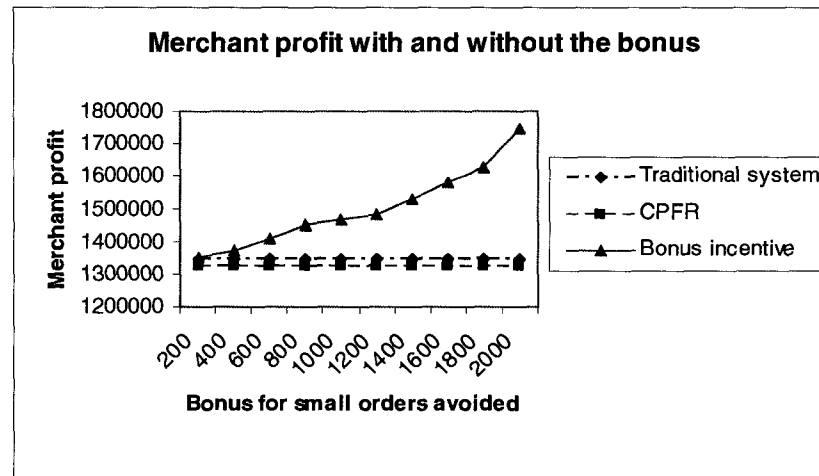


Figure 4.9: The impact of using a bonus on the profit of the merchant

Nevertheless, if the incentive is too high, the profit of the producer decreases because the cost to encourage the merchant to order less frequently becomes more important than the transportation savings (Figure 4.10).

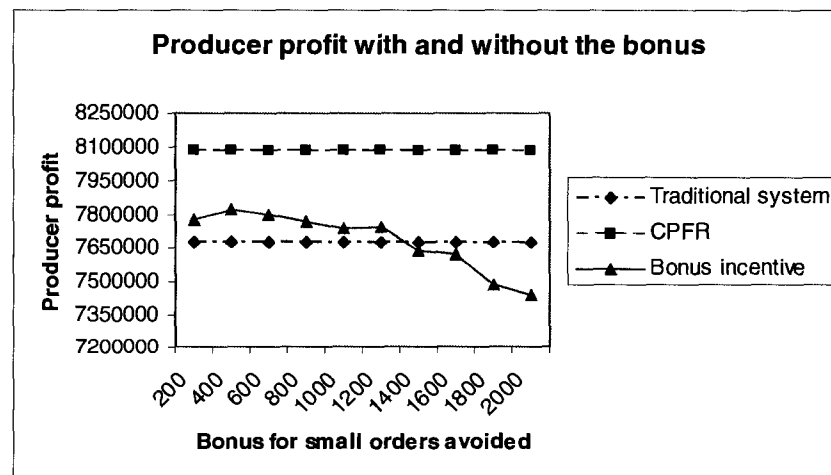


Figure 4.10: The impact of using a bonus on the profit of the producer

The second incentive developed is based on the share of transportation savings. Specifically, if the merchant orders enough products to efficiently use the transportation capacity (% truckload), the producer shares a part of the savings with him (% of the transportation savings).

Again, the merchant decision model based on a traditional system is used, but with new constraints: the merchant now takes into consideration the transportation capacity and must order between minimum and maximum values (constraints (4.31) and (4.32)).

$$\text{cmin } Ntru_t \leq \sum_{i \in FPF} D_{it}^c \quad \forall t \in T \quad (4.31)$$

$$\sum_{i \in FPF} D_{it}^c \leq \text{cap}_t Ntru_t \quad \forall t \in T \quad (4.32)$$

Results show that the profit of the system is considerably improved in comparison with the profit obtained using a traditional system (Figure 4.11).

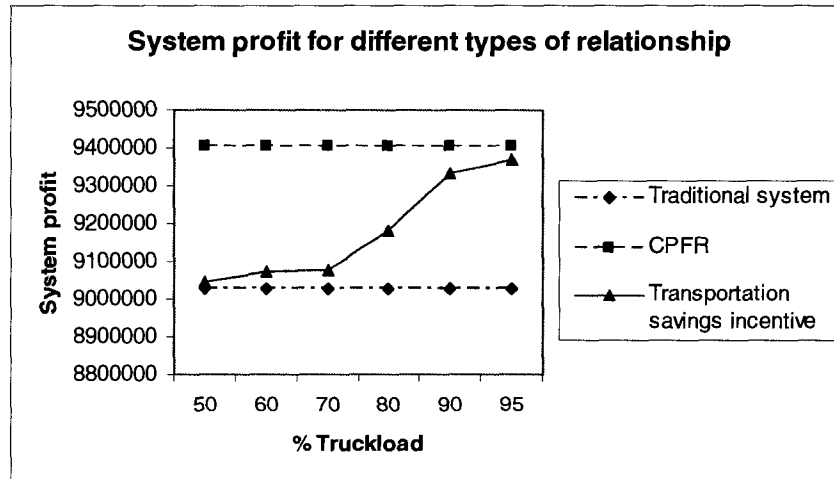


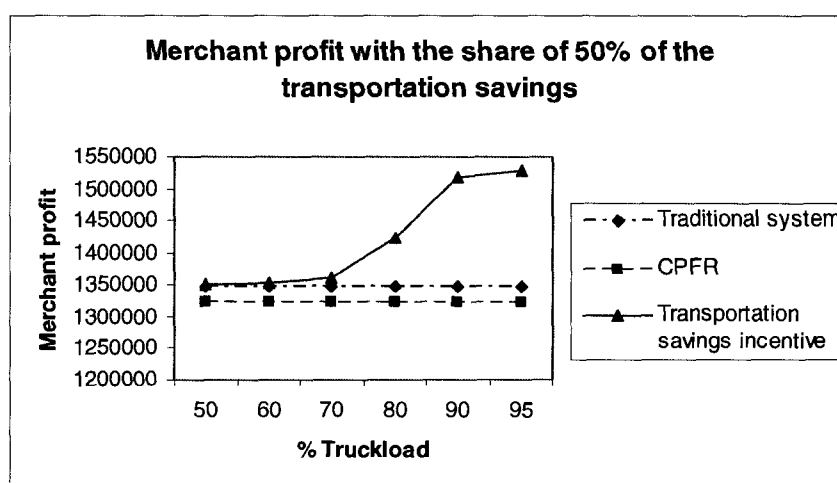
Figure 4.11: System profit for a traditional system, CPFR and the use of a transportation savings incentive

Since the merchant orders a sufficiently large number of products to efficiently use the transportation capacity, less trucks are needed and the transportation cost is considerably improved (Table 4.3).

**Table 4.3: Number of trucks needed with and without the use of an incentive**

T	Number of trucks used for one week	
	Without the share of transportation savings	With the share of transportation savings (50%) Truckload $\geq 80\%$
1	0	0
2	1	1
3	1	0
4	4	3
5	3	3
6	2	2
7	3	3

If the transportation savings are adequately shared, each partner obtains more profit with a better use of the transportation capacity (Figures 4.12 and 4.13). In addition, since fewer trucks are required to ship the products, it is also an interesting strategy from an environmental point of view.



**Figure 4.12: The impact of sharing transportation savings on the profit of the merchant**

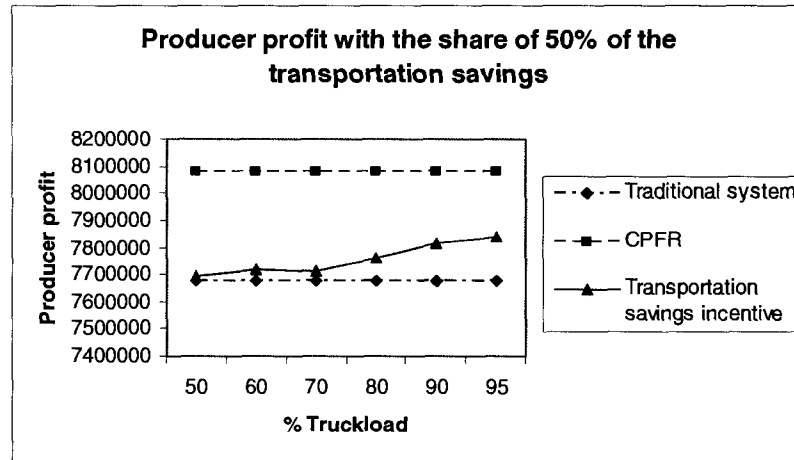


Figure 4.13: The impact of sharing transportation savings on the profit of the producer

The last incentive studied refers to quantity discounts. More particularly, the producer gives a discount in \$/kg on additional units ( $pds_{it}$ ) if the quantity ordered ( $D^{c2}_{it}$ ) is higher than a certain value ( $q_{min}$ ) (Figure 4.14).

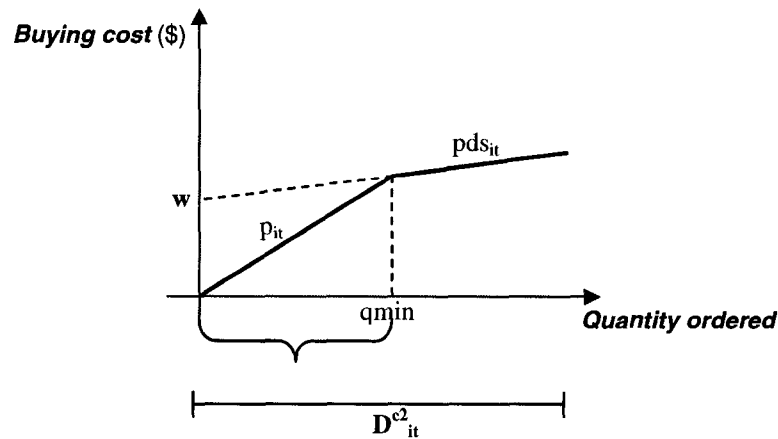


Figure 4.14: Discount for additional units if the minimum quantity is ordered

With this new incentive, the objective function of the merchant now includes a new price (after discount) for additional units ordered (equation (4.33)) and constraints are added to verify if the quantity ordered is higher than a certain value (constraints (4.34), (4.35), (4.36) and (4.37)). We again assume that



partners first define the value of the discount and the minimum quantity to order before implementing the incentive.

$$\begin{aligned}
 & \text{Max } \sum_{t \in T} \sum_{i \in FP} d_{it}^{cc} pc_{it} - \sum_{t \in T} \text{cord } \delta_t - \sum_{t \in T} \text{cord } \delta SS_t \\
 & - \sum_{t \in T} \sum_{i \in FPS} QSS_{it} pSS_{it} - \sum_{t \in T} \sum_{i \in FPF} h_{it}^c IF_{it}^c - \sum_{t \in T} \sum_{i \in FPS} h_{it}^c ISS_{it}^c \\
 & - \sum_{t \in T} \sum_{i \in FPF} D_{it}^{c1} p_{it} - \sum_{t \in T} \sum_{i \in FPF} D_{it}^{c2} pds_{it} - \sum_{t \in T} wV2_t \quad (4.33)
 \end{aligned}$$

subject to (4.2 – 4.14) and

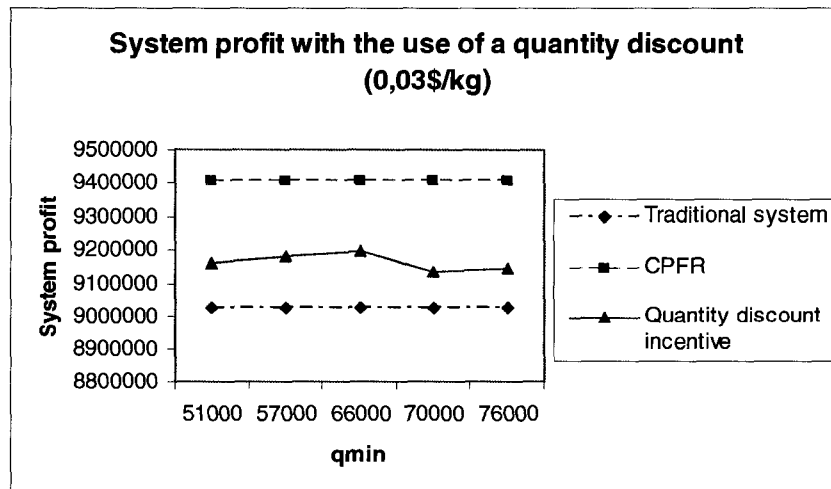
$$V1_t + V2_t \leq 1 \quad \forall t \in T \quad (4.34)$$

$$\sum_{i \in FPF} D_{it}^{c1} \leq gV1_t \quad \forall t \in T \quad (4.35)$$

$$\sum_{i \in FPF} D_{it}^{c2} \leq gV2_t \quad \forall t \in T \quad (4.36)$$

$$0 \leq \sum_{i \in FPF} D_{it}^{c1} \leq qmin \quad \forall t \in T \quad (4.37)$$

If the discount and the minimum quantity to order are adequately defined, the profit of the system can again be higher than the profit obtained with the traditional system (Figure 4.15).



**Figure 4.15: Impact of quantity discounts on the system profit**

Since the discount is significant, the merchant can obtain important benefits using this incentive (Figure 4.16), even if the number of products kept in stock increases.

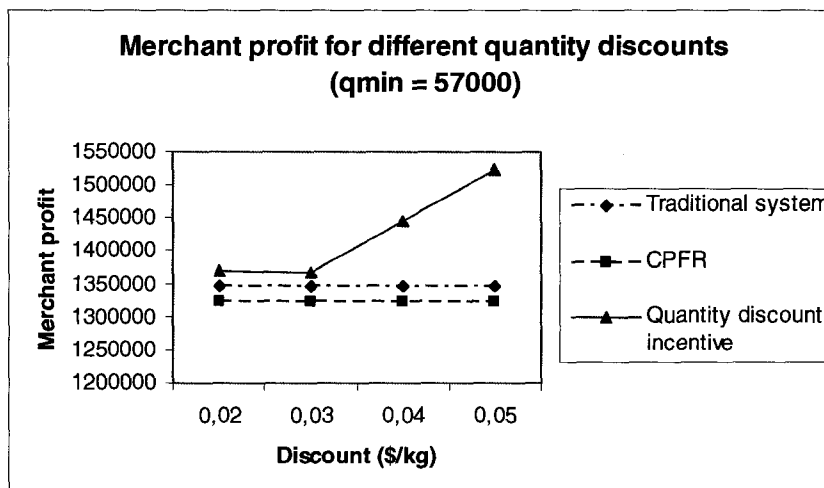


Figure 4.16: Impact of quantity discounts on the merchant profit

However, the producer has to correctly define parameters. Otherwise, the discount can be too high in comparison with the savings in transportation costs (Figure 4.17).

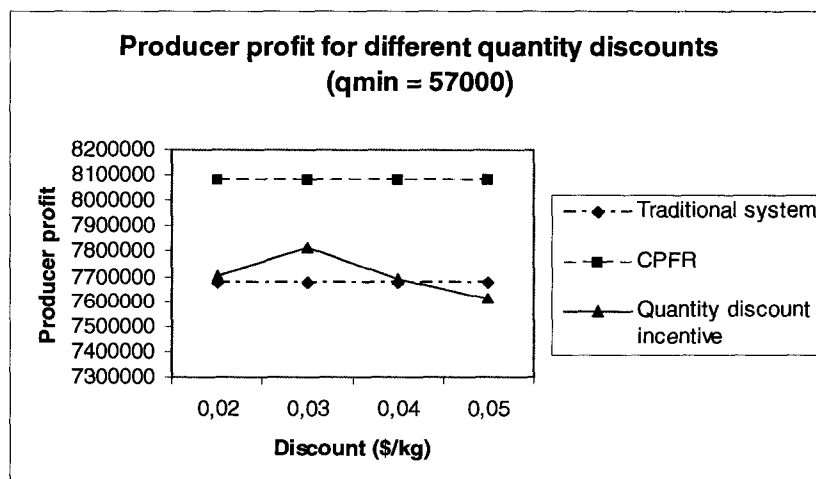


Figure 4.17: Impact of quantity discounts on the producer profit

These results demonstrate the role of incentives in a two-echelon supply chain and their impact on the network profit. Some changes on the parameters could certainly modify partners' gains. Furthermore, the impact of each incentive will not be the same according to the revenue of partners. However, as summarized in Table 4.4, if the partners correctly define the bonus, discount, revenue sharing, etc., depending on their context, they can obtain important gains without exchanging strategic information. So for our case study, if partners do not want to change their way of doing business considerably, the use of some incentives would be a good strategy to obtain higher profits without important investments.

**Table 4.4: The use of incentives to increase the traditional system profit**

<b>Incentive</b>	<b>Parameters</b>	<b>Merchant gains</b>	<b>Producer gains</b>
Bonus for small orders avoided	800\$/small orders avoided	7,04 %	1,11 %
Share of transportation savings	% truckload $\geq$ 90% % savings shared = 50%	11,18 %	1,77 %
Quantity discounts	qmin = 57000 discount = 0,03\$/kg	1,55 %	1,72 %

## 4.6 Conclusion

In this article, the dynamic of the collaboration between a pulp and paper producer and his merchant is examined. Two types of relationship are studied: a traditional system characterized by a local optimization without any collaboration scheme, and CPFR, a collaborative technique that leads to the optimization of network activities. For each of these approaches, decision models from the point of view of both the producer and the merchant are developed. We then identify which one is more profitable for each actor as well as for the network. Some incentives are also developed in order to measure their impact on profits of the system and of each partner.

After testing different scenarios, it was observed that CPFR is the most profitable approach for the producer and the system as a whole, while the traditional system is the most advantageous method for the merchant. Because no approach can simultaneously generate the highest profit for each partner, an analysis is made to identify a method to better share collaboration benefits. It is shown that if the relationship is based on CPFR, the producer has to share a part of the transportation savings with his partner in order to correctly split the system profit. Otherwise, the merchant does not obtain enough benefits of the collaboration and he will certainly prefer to work with someone else. Since CPFR is a complex technique that necessitates an important implementation cost, we also investigate the use of three different incentives so as to increase the profit of a traditional system and tend towards a profit similar to the one obtained with CPFR. More precisely, with the use of a bonus if orders are optimized, a share of transportation savings and quantity discounts, the partner behaviors are modified and the network profit improved. We demonstrate that if incentives are adequately defined, they can considerably improve the profit of both the producer and the merchant, and consequently the profit of the system. Because the transportation cost for our case study is a key parameter to optimize, we based our incentives on this particularity. If the merchant orders more products and uses the transportation capacity efficiently, gains can be very important. Thus, with the use of incentives, partners can share these benefits and obtain a greater profit than the one obtained with a traditional system, without totally changing their way of doing business or exchanging more information.

However, in practice, these kinds of strategies are not always easy to implement. For our case study, if partners decide to apply a bonus for optimized orders or a share of transportation savings, they must use historical data to correctly define a reward that profits to everyone. They also have to respect the

agreement and evaluate the impact of the collaboration regularly via key performance indicators. Otherwise, without win-win conditions, the enterprise collaboration will not continue for long. For future research, characteristics involved in the implementation of collaboration approaches, namely information needs, technological tools, etc., could be detailed. In addition, an analysis of the trade-off between implementation costs and network gains and a specific methodology could be proposed in order to illustrate how different collaboration strategies and incentives can be applied in practice.

#### **4.7 References**

Barratt, M. & Oliveira, A. (2001). Exploring the experience of collaborative planning initiatives. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 31 (4), 266-289.

Bernstein, F. & Federgruen, A. (2005). Decentralized Supply Chains with Competing Retailers Under Demand Uncertainty. *Management Science*, 50 (1), 18-29.

Cachon, G. P. (2003). Supply Chain Coordination with Contracts. In de Kok A. G. & Graves, S. C. (eds.), *Handbooks in operations research and management science*, (Vol. 11, pp. 229-339). Amsterdam: Elsevier.

Cachon, G. P. (2004). The Allocation of Inventory Risk in a Supply Chain: Push, Pull, and Advanced-Purchased Discount Contracts. *Management Science*, 50(2), 222-238.

Carlsson, D., D'Amours, S., Martel, A. & Rönnqvist, M. (2006). Supply chain management in the pulp and paper industry (DT-2006-AM-3). Quebec: Laval University.

Chauhan, S. S., Martel, A. & D'Amours, S. (2005). Roll Assortment Optimization in a Paper Mill: An Integer Programming Approach (DT-2005-AM-6). Quebec: Laval University.

Chen, F. (2003). Information Sharing and Supply Chain Coordination. In de Kok A. G. & Graves, S. C. (eds.), *Handbooks in operations research and management science*, (Vol. 11, pp. 341-421). Amsterdam: Elsevier.

Cigolini, R. & Rossi, T. (2006). A note on supply risk and inventory outsourcing. *Production Planning & Control*, 17(4), 424-437.

De Toni, A. F. & Zamolo, E. (2005). From a traditional replenishment system to vendor-managed inventory: A case study from the household electrical appliances sector. *International Journal of Production Economics*, 96, 63-79.

Dudek, G. & Stadtler, H. (2007). Negotiation-based collaborative planning in divergent two-tier supply chains. *International Journal of Production Research*, 45(2), 465-484.

Giannoccaro, I. & Pontrandolfo, P. (2004). Supply chain coordination by revenue sharing contracts. *International Journal of Production Economics*, 89, 131-139.

Jung, H. , Jeong, B. & Lee, C.-G. (2008). An order quantity negotiation model for distributor-driven supply chains. *International Journal of Production Economics*, 111, 147-158.

Lee, H. L., Padmanabhan, V. & Whang, S. (1997). Information Distortion in Supply Chain: the Bullwhip Effect. *Management Science*, 43(4), 546-558.

Lehoux, N., D'Amours, S. & Langevin, A. (2007). Collaboration and decision models for a two-echelon supply chain: a case study in the pulp and paper

industry. Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Systems Management, Beijing, China.

Martel, A. (2000). Conception et gestion de chaînes logistiques. Operations and Decision Systems Department, Laval University.

Munson, C. L. & Rosenblatt, M. J. (2001). Coordinating three-level supply chain with quantity discount. IIE Transactions, 33(5), 371-385.

Rizk, N., Martel, A. & D'Amours, S. (2005). Synchronized production-distribution planning in a single-plant multi-destination network (DT-2005-AM-2). Québec: Laval University.

Simatupang, T. M. & Sridharan, R. (2002). The collaborative supply chain. International Journal of Logistics Management, 13(1), 15-30.

Thron, T., Nagy, G. & Wassen, N. (2005). The impact of various delivery prioritization strategies in heterogeneous supply chain environments. Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Industrial Simulation Conference, Berlin (pp. 262-268). Ghent: Eurosis-ETI.

Tsay, A. A. (1999). The Quantity Flexibility Contract and Supplier-Customer Incentives. Management Science, 45(10), 1339-1358.

Urban, T. L. (2007). The effect of margin guarantees on pricing and production. International Journal Manufacturing Technology and Management, 12 (4), 314-326.

Voluntary Interindustry Commerce Solutions. CPFR Guidelines. Available at: <http://www.vics.org/home>.

## **CHAPITRE 5 : Dynamique des relations interentreprises : Mécanismes, barrières et cas pratique**

Nadia Lehoux, Sophie D'Amours et André Langevin

### **5.1 Résumé**

La compétition internationale, la hausse des coûts de production et d'énergie et les exigences sans cesse croissantes des clients sont quelques uns des facteurs qui forcent les entreprises manufacturières à revoir leurs processus d'affaires et à mieux adapter leur réseau logistique. Via l'établissement de collaborations avec leurs fournisseurs, distributeurs et détaillants, et la mise en place de stratégies logistiques reconnues comme le VMI (*Vendor Managed Inventory*) ou le CPFR (*Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment*), les entreprises peuvent mieux coordonner les activités du réseau et échanger plus efficacement les biens et l'information. Toutefois, pour qu'une collaboration interentreprises réussisse, il est nécessaire de suivre une démarche structurée lors de sa mise en œuvre. Ces collaborations impliquent que certains mécanismes de coordination soient déployés; conséquemment, il s'agit de choisir le bon mécanisme à mettre en place selon le contexte et de porter une attention particulière aux différentes barrières pouvant être rencontrées durant l'implantation. Lors de nos recherches, nous nous sommes intéressés à la relation entre un producteur de pâtes et papiers et son marchand. Nous avons étudié différents incitatifs comme mécanisme de coordination pouvant favoriser une interaction plus efficace entre les partenaires. Nous avons alors constaté qu'il est essentiel de bien définir chaque incitatif et de l'ajuster suivant l'évolution de l'environnement. Autrement, la collaboration risque de nuire aux bénéfices du réseau et de chaque partenaire.



*Mots clés* : Collaboration interentreprises, mécanismes de coordination, incitatifs, réseaux de création de valeur

## 5.2 Introduction

Face à une compétition internationale de plus en plus présente, des coûts d'énergie qui ne cessent de croître et des pressions environnementales et sociales très importantes, les entreprises manufacturières ne peuvent plus se limiter à offrir un produit à faible coût. Elles doivent également développer des solutions flexibles adaptées aux besoins du client et constamment innover, afin de mettre en marché des produits d'avant-garde livrés au bon moment et au meilleur prix qui soit. Pour ce faire, les entreprises doivent non seulement revoir tous leurs processus internes, mais également modifier leur réseau d'affaires de manière à développer l'agilité nécessaire pour demeurer compétitive. La création de collaborations entre fournisseurs, distributeurs et détaillants est une illustration de méthode mise de l'avant pour profiter de la synergie des forces vives et mieux répondre aux besoins du client. Notamment, des stratégies logistiques comme le VMI (*Vendor Managed Inventory*) et le CPFR (*Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment*) ont été développées pour faciliter l'échange de produits et d'information entre les partenaires. Via une gestion partagée des approvisionnements ou encore l'établissement de prévisions de demande communes, les partenaires peuvent mieux coordonner leurs activités, diminuer les délais et offrir en bout de ligne un meilleur niveau de service.

Lors de nos recherches, nous nous sommes intéressés à la dynamique des relations interentreprises et aux mécanismes de coordination qui favorisent la synchronisation des activités. Nous avons d'abord cherché à comprendre comment mettre en œuvre une relation de collaboration entre différents acteurs

d'une chaîne logistique et identifié les cinq étapes clés d'implantation. Nous avons ensuite étudié des stratégies logistiques pouvant être déployées dans les réseaux pour mieux échanger les produits et l'information. Nous avons plus particulièrement exploré la production sur demande, le VMI et le CPFR, en définissant chacune des méthodes et en énumérant les barrières liées à leur implantation. Nous avons également analysé l'utilisation d'incitatifs comme moyen de bien coordonner les décisions des partenaires, tout en indiquant les barrières pouvant nuire à leur efficacité. Nous avons finalement étudié la relation entre deux acteurs œuvrant dans le secteur canadien des pâtes et papiers, puis proposé l'utilisation de trois types d'incitatif pour favoriser une interaction plus efficace. Nous avons constaté que s'il y a attribution d'un bonus lorsque les commandes sont optimisées, partage des économies de transport quand la capacité de transport est bien utilisée ou encore utilisation d'escomptes de quantité pour modifier le comportement d'achat, le profit des partenaires peut alors être considérablement augmenté.

Notre objectif est d'abord de mieux comprendre le phénomène de collaboration entre les entreprises ainsi que les mécanismes de coordination actuellement utilisées dans les réseaux de création de valeur. Nous tentons ensuite de montrer les limites de telles pratiques, notamment à l'aide d'une étude de cas pratique. Cet article est structuré de la façon suivante. Dans un premier temps, les différentes étapes de mise en œuvre d'une collaboration ainsi que les stratégies logistiques clés utilisées dans les réseaux sont discutées. De même, les barrières liées à leur implantation sont exposées. Par la suite, le concept d'incitatifs comme mécanisme de coordination est détaillé. Nous présentons également un cas pratique pour lequel l'utilisation de divers types d'incitatifs a permis d'accroître les bénéfices. Une discussion sur le cas pratique et une conclusion viennent clore l'article.

### **5.3 Les collaborations interentreprises**

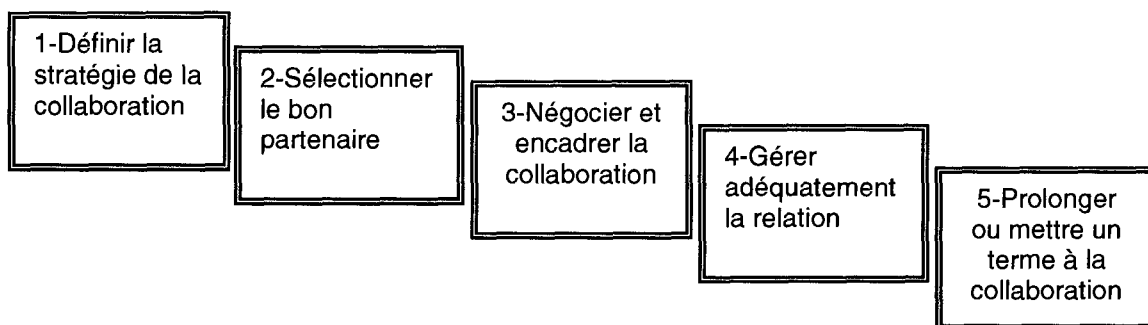
Diverses motivations peuvent pousser une entreprise à collaborer davantage avec ses clients et fournisseurs (Simchi-Levi, Kaminsky & Simchi-Levi, 1999) :

- Créer de la valeur pour le produit, le service;
- Accéder à de nouveaux marchés;
- Augmenter les habiletés et compétences de l'organisation;
- Rendre les opérations plus efficaces;
- Ajouter une force technologique;
- etc.

L'entreprise doit donc identifier ses besoins et mettre en place la relation de collaboration qui répond le mieux à ses attentes. Pour ce faire, elle doit veiller à suivre un processus organisé du début de la conception jusqu'à la mise à terme, afin de garantir que la bonne stratégie ait été mise en place avec le bon partenaire, et que la collaboration soit suffisamment bien soutenue pour atteindre les objectifs de départ (Lehoux, 2004).

#### ***5.3.1 Étapes de mise en œuvre***

Plusieurs auteurs ont donc cherché à définir les étapes clés qui favorisent l'établissement d'une relation de collaboration durable (voir par exemple Gonzales, 2001 ou encore Mejías-Sacaluga & Prado-Prado, 2003). La procédure de mise en œuvre généralement proposée se résume en cinq étapes (Figure 5.1).



**Figure 5.1 : Étapes de mise en œuvre d'une relation de collaboration**

La première étape consiste à définir la stratégie de la collaboration. L'entreprise doit d'abord apprendre à bien se connaître et être capable d'identifier ses compétences, ses habiletés, ses faiblesses et ses valeurs. Elle doit ensuite s'interroger sur les besoins du marché et les moyens à sa disposition pour bien les satisfaire. Si elle constate la nécessité de travailler avec quelqu'un d'autre pour mieux répondre aux exigences des consommateurs, elle doit alors se doter d'une stratégie et définir une vision claire de la collaboration envisagée. Elle doit également identifier les buts et les objectifs à atteindre tout au long de la relation, ainsi que les bénéfices attendus. Il est possible que l'entreprise soit impliquée dans plusieurs partenariats, mais elle ne doit pas forcément tous les considérer comme des collaborations stratégiques. Elle doit plutôt déterminer quelles collaborations nécessitent l'investissement le plus important.

La deuxième étape concerne la sélection du partenaire. Il s'agit de rechercher quelqu'un qui possède des compétences complémentaires et qui peut apporter une contribution significative à la collaboration. Pour ce faire, l'entreprise doit donc définir différents critères qui reflètent ce qu'elle recherche et sélectionner un partenaire qui a une taille, une structure organisationnelle, des politiques de fonctionnement et une philosophie d'entreprise similaire à la sienne. Sans cette complémentarité, les partenaires risquent de porter un moins grand intérêt au

partenariat. La confiance est également un élément clé pour assurer la pérennité de la collaboration. L'entreprise doit donc chercher à travailler avec quelqu'un qui est prêt à aller de l'avant et à s'engager dans la relation.

La troisième étape repose sur la négociation et l'organisation. Les partenaires doivent conjointement définir la structure de la collaboration et dresser un portrait clair de ce qu'ils veulent atteindre. C'est le moment de définir le rôle et les responsabilités de chacun, de manière à éviter toute forme de conflits. De même, les ressources humaines, matérielles et financières à affecter à la relation ainsi que les indicateurs de performance clés à adopter doivent être déterminés. Un contrat peut par ailleurs être utilisé afin de rendre l'engagement de chaque partenaire plus formel.

La quatrième étape consiste à gérer adéquatement la collaboration. Il s'agit alors d'assurer une communication efficace à tous les échelons de manière à bien faire connaître l'avancement de la collaboration, son apport, les bénéfices obtenus, les objectifs atteints, etc. Les partenaires peuvent par exemple tenir des rencontres périodiques afin de discuter de la collaboration, analyser les mesures de performance et veiller à la bonne répartition des risques et des profits.

La dernière étape concerne la prolongation ou la mise à terme de la relation. En effet, il est fort possible que les buts et les objectifs qui ont initialement guidé la collaboration aient changé au fil du temps. Il est donc nécessaire de revoir les pratiques qui ont été adoptées afin de s'assurer qu'elles sont toujours les plus efficaces et les mieux adaptées pour répondre aux besoins actuels.

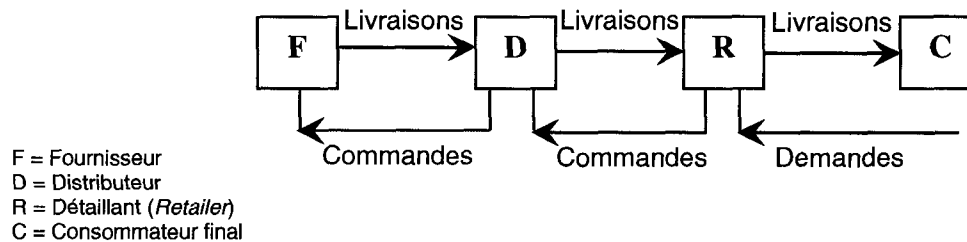
## 5.4 Les stratégies logistiques

Une fois la collaboration mise en place, il s'agit d'identifier les mécanismes de coordination clés à déployer pour soutenir la relation et permettre ainsi l'atteinte des objectifs (Arshinder, Kanda & Deshmukh, 2007). Notamment, plus les partenaires sont géographiquement rapprochés, plus la synchronisation entre les différentes activités est simplifiée (Holweg, Disney, Holmström & Småros, 2005). De même, une demande relativement stable rendra la coordination des opérations du réseau beaucoup plus simple qu'une demande variable. Par ailleurs, plus la durée de vie d'un produit est longue ou l'effet saisonnier important, plus les pratiques collaboratives deviennent intéressantes à envisager. Dans cette section, nous décrivons trois stratégies logistiques régulièrement employées dans les réseaux pour mieux coordonner les activités, soit la production sur demande, le VMI et le CPFR. Nous présentons également les différentes barrières associées à leur implantation.

### 5.4.1 Description de la production sur demande

Une première stratégie bien connue des entreprises repose sur la production sur demande (*Make to Order* ou MTO). C'est une technique traditionnelle qui ne requiert pas un niveau très élevé d'interaction entre les partenaires, mais qui est encore aujourd'hui grandement utilisée. Le principe repose sur la production d'items uniquement après qu'ils aient été commandés, de manière à réduire le niveau de stock du système et augmenter le niveau de personnalisation du produit (Figure 5.2). L'entreprise Dell, spécialisée dans la fabrication de systèmes d'ordinateurs, est un exemple de compagnie qui a connu un vif succès suite à l'adoption de cette façon de faire (Durand, 2007). En permettant au consommateur de bâtir lui-même son système selon ses besoins, la compagnie a ainsi gagné une importante part du marché. De même, la

compagnie Benetton, fabricant de vêtements et accessoires pour hommes et femmes, a su utiliser cette technique de manière à mieux satisfaire la demande. En conservant des vêtements de couleur naturelle pour ensuite les teindre selon les désirs des clients, elle a pu réduire considérablement le niveau de stock du réseau (Ballou, 2004).

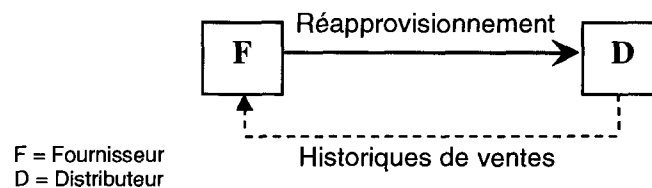


**Figure 5.2 : Illustration de la production sur demande**

Même si cette approche ne nécessite pas l'échange d'information stratégique ou encore une complexité d'implantation, elle n'est pas nécessairement appropriée pour tous les types de produits. En effet, avant de choisir une telle méthode, plusieurs facteurs doivent être pris en compte : aptitude du client à attendre le produit, délais de production, coût de stockage, coût de mise en route, etc. De même, il est nécessaire de bien comprendre l'impact qu'aura une telle façon de faire sur le réseau de création de valeur, pour qu'elle ne soit pas en contradiction avec les objectifs de départ. Par exemple, une entreprise qui désire accroître sa visibilité du réseau ne devrait peut-être pas favoriser cette méthode en premier, alors qu'une autre qui cherche à mettre sur pied un système de production flexible pour ses produits de valeur pourrait envisager cette stratégie (Andel, 2002).

#### 5.4.2 Description du VMI et de son mode d'implantation

Le VMI, souvent désigné sous le terme gestion partagée des approvisionnements, est une autre stratégie de plus en plus utilisée. Le fournisseur est responsable de la gestion des stocks du partenaire pour ses produits ainsi que de la politique de réapprovisionnement (Barratt & Oliveira, 2001). C'est donc le fournisseur qui est en charge de générer la commande et il doit veiller à conserver suffisamment de marchandise chez le partenaire pour que celui-ci puisse satisfaire sa propre demande (Figure 5.3).



**Figure 5.3 : Illustration du VMI**

L'entreprise GlaxoSmithKline, un des géants mondiaux dans la recherche pharmaceutique, est un exemple de compagnie qui a été en mesure de déterminer plus efficacement comment et quand livrer ses produits suite à la mise en place du VMI avec ses fournisseurs et distributeurs (Danese, 2006). Via l'utilisation d'un système d'information centralisé qui recueille toutes les informations sur les prévisions, les niveaux de stock et les plans de production, la compagnie a ainsi pu mieux saisir les causes de certains résultats et événements, les niveaux de performance des partenaires et la façon dont le réseau satisfait la demande du consommateur final. De même, une étude de cas réalisée par De Toni et Zamolo (2005) pour le secteur des appareils électroménagers a démontré que l'implantation du VMI contribue à générer davantage de bénéfices que lorsque le mode de réapprovisionnement



traditionnel est employé. Grâce à l'échange d'information entre les partenaires tels le niveau de stock, les prévisions de vente et le carnet de commandes, et la prise en charge du réapprovisionnement par le producteur selon un niveau de stock ciblé, la production est plus efficacement planifiée et le stock du système mieux optimisé.

Cette méthode vise donc une plus grande visibilité du réseau, tout en diminuant les coûts du système grâce à une utilisation plus efficace de la capacité de production et de distribution. Toutefois, l'implantation de cette stratégie logistique nécessite plusieurs étapes (pour plus de détails, voir *VendorManagedInventory.com*) :

**1. Acceptation du changement.** Alors que le fournisseur se voit confier de nouvelles responsabilités, le partenaire « perd » quant à lui une partie de ses fonctions. Il est donc indispensable que les partenaires soient prêts à accepter ces changements et à assumer les nouveaux coûts et besoins qui y sont associés;

**2. Synchronisation de l'information.** Les partenaires doivent s'assurer que leurs données sont compatibles et qu'elles correspondent entre elles : même liste de produits, mêmes codes d'identification, nouveaux produits à ajouter, etc.

**3. Échange de l'information.** Il est nécessaire que les partenaires s'assurent que l'information échangée est représentative de la réalité. Sans l'historique des ventes et le niveau réel de stockage, le fournisseur ne sera pas en mesure de planifier adéquatement le réapprovisionnement et des pénuries risquent d'apparaître. Les partenaires doivent donc veiller à s'échanger de l'information juste et fiable.

**4. Politiques de fonctionnement.** Pour que la collaboration fonctionne bien, les partenaires doivent s'entendre sur le plan de

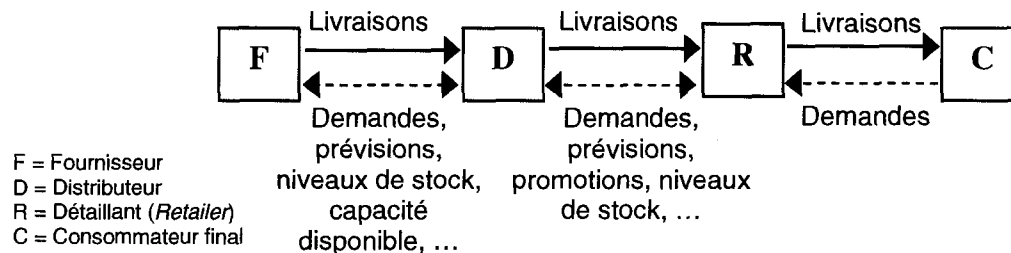
réapprovisionnement mis en œuvre, les niveaux de service et de stockage visés, la fréquence de livraison, etc.

**5.Échange des historiques de données.** Le partenaire doit faire parvenir au fournisseur l'historique de ses ventes sur une période d'au moins un an pour que celui-ci puisse planifier sa production en conséquence. Les partenaires doivent s'assurer que l'information échangée est compatible avec chacun de leur système.

**6. Administration de la relation.** Il s'agit finalement de bien faire fonctionner l'approche VMI, de veiller à échanger toute l'information nécessaire et d'en faire le suivi.

#### *5.4.3 Description du CPFR et de son mode d'implantation*

La stratégie logistique la plus récemment développée par l'industrie a été baptisée CPFR. Elle se caractérise par une forte collaboration des partenaires tant au niveau des prévisions de demande et des plans de réapprovisionnement, que sur la gestion des promotions ou l'introduction de nouveaux produits (Figure 5.4). Les partenaires doivent s'entendre sur une prévision de demande commune et l'utiliser pour planifier le flux de marchandise de tout le réseau. Les partenaires doivent également s'engager à respecter cette prévision, quitte à partager les risques si jamais elle s'avère erronée. Des règles de fonctionnement et des mécanismes doivent par ailleurs être définis pour gérer les contingences. Cette approche vise ainsi une meilleure collaboration entre les partenaires et des prévisions de demande plus près de la réalité, puisque les estimations sont plus détaillées et plus soutenues (VICS, 2004).



**Figure 5.4 : Illustration de la circulation des flux pour le CPFR**

L'entreprise Motorola, spécialisée entre autres dans la fabrication de téléphones mobiles, a choisi d'implanter la méthode CPFR avec ses détaillants afin de développer une plus grande collaboration et améliorer la qualité de ses prévisions de demande. Suite à l'implantation, la compagnie a vu ses coûts de transport diminuer de moitié et son coût de stockage s'abaisser de plus de 30% (Cederlund, Kohli, Sherer & Yao, 2007). Steermann (2003) décrit également le cas de l'entreprise Sears qui, suite à l'établissement du CPFR avec son partenaire Michelin, a pu abaisser considérablement son niveau de stock et améliorer l'introduction de nouveaux produits. Le succès de l'implantation a d'ailleurs motivé la compagnie à mettre en place d'autres initiatives avec ses différents partenaires.

Toutefois, comme Motorola et d'autres entreprises l'ont constaté, l'implantation d'une telle méthode est complexe et elle doit se faire progressivement. Plus précisément, les différentes étapes de mise en œuvre du CPFR se résument de la façon suivante (VICS, 2004) :

- 1. Développement de l'entente.** Les partenaires doivent définir les termes de l'entente : buts et objectifs du programme, besoins en ressources, produits ciblés, méthode de commercialisation des produits sélectionnés, etc. L'élaboration d'un contrat à cette étape est également un bon moyen d'assurer l'engagement des partenaires. Des indicateurs

de performance clés doivent par ailleurs être identifiés pour mesurer l'efficacité du programme.

**2. Définition d'un plan d'affaires conjoint.** Il s'agit de définir les règles de fonctionnement, le calendrier des activités, les critères pour l'identification des exceptions, etc., afin de bien soutenir le programme. Les politiques de stockage doivent par ailleurs être conjointement définies. Les partenaires ont à noter ces politiques dans leur système et à apporter les changements adéquats lorsque des problèmes de logistique surviennent.

**3. Développement des prévisions de vente.** Les partenaires doivent ensuite s'entendre sur des prévisions de vente communes. Plus précisément, ils ont à s'échanger de l'information sur les prévisions de vente et ils doivent ensuite chercher à identifier et résoudre les cas pour lesquels les prévisions de chacun ne correspondent pas.

**4. Développement des prévisions de commande.** Par la suite, les prévisions de vente et les politiques de stockage sont combinées pour générer des prévisions de commande. La portion court terme de la prévision est utilisée pour la génération de la commande, alors que la portion long terme est utilisée dans la planification.

**5. Génération de la commande.** Finalement, il y a génération de la commande et livraison. Les informations sur la consommation au point de vente, les livraisons effectuées, le stock en main, etc., sont partagées. De plus, les problèmes comme les surplus ou les ruptures de stock sont identifiés et résolus.

## **5.5 Barrières associées aux stratégies logistiques**

Dans cette section, nous exposons les barrières associées à l'implantation des différentes stratégies logistiques. Notamment, même si une collaboration est

établie de manière structurée, rien ne peut garantir son efficacité ainsi que sa viabilité (Simatupang & Sridharan, 2002). En effet, les prix, les promotions, les politiques de stockage et les modes de paiement sont souvent à l'origine de conflits pouvant mener à l'échec d'une collaboration (Lehoux, 2004). De même, le manque de communication autant à l'interne qu'à l'externe peut nuire considérablement à une bonne relation.

#### *5.5.1 Le cas de la production sur demande*

Les entreprises qui choisissent le mode de production sur demande vont souvent justifier leur choix par le désir de mieux adapter le produit aux besoins du client ou encore par la nécessité de diminuer le niveau de stock. Toutefois, certaines barrières peuvent nuire à l'atteinte de ces objectifs. Notamment, il arrive souvent qu'une entreprise fonctionne avec un système mixte, c'est-à-dire qu'elle fabrique certains produits selon la demande et d'autres pour stockage (*Make to Stock*). Il devient donc rapidement complexe de bien gérer ces deux modes simultanément, surtout lorsque la capacité de production est limitée (Rajagopalan, 2002). De même, le niveau de stock des produits pour stockage a souvent tendance à augmenter. C'est pourquoi lorsqu'une telle façon de faire est mise en place, il est essentiel de bien cibler les produits à fabriquer sur demande et ceux à produire pour stockage, de manière à ne pas affecter négativement le système.

Une autre difficulté de la méthode concerne le manque de visibilité de l'ensemble du réseau (Chen, 2003). En effet, chaque acteur cherche à optimiser ses processus localement, sans connaître les niveaux de stock des autres membres du réseau et la demande réelle du consommateur final. Résultat, même si les acteurs semblent obtenir de bons résultats localement, la chaîne d'approvisionnement globale risque quant à elle de démontrer une certaine

inefficacité. L'effet coup de fouet est d'ailleurs une bonne illustration du problème (Lee, Padmanabhan & Whang, 1997). De même, plus la demande est variable, les délais importants ou encore les coûts de stockage élevés, plus la valeur de l'information est significative (Arshinder, Kanda & Deshmukh, 2007). C'est pourquoi il est parfois nécessaire de soutenir la production sur demande avec des mécanismes de coordination comme un système de suivi de l'information ou des incitatifs, dans le but de mieux capturer toute l'information.

Une dernière barrière concerne la facilité de substitution du fournisseur. En effet, la production sur demande est une technique qui ne demande pas vraiment de collaboration entre les acteurs. Ceux-ci n'ont donc pas de sentiment d'appartenance face à cette relation. Ainsi, s'ils arrivent à trouver le même produit ailleurs plus rapidement ou pour moins cher, ils risquent de préférer faire affaire avec une autre entreprise (Lehoux, D'Amours & Langevin, 2007). Il est donc souvent utile de rédiger un contrat de façon à garantir l'engagement des partenaires.

#### *5.5.2 Le cas du VMI*

Les différents cas d'implantation du VMI relatés dans la littérature font ressortir plusieurs barrières communes. Un premier point clé concerne le rôle plutôt passif joué par le partenaire qui n'a plus la responsabilité de gérer ses stocks. Plusieurs semblent en effet éprouver une perte de contrôle ou encore craindre une perte possible d'emplois (voir par exemple Disney & Towill, 2003). Il est donc essentiel de définir clairement les fonctions de chacun et veiller à une bonne acceptation du changement, en réorientant par exemple le rôle de vente davantage vers un rôle de marketing.

Une autre difficulté repose sur l'adoption d'un standard de communication ou d'un mode d'échange de l'information compatible pour tous (Danese, 2006). Il est indispensable que les partenaires se communiquent le bon niveau de stock, à la bonne fréquence et dans un langage facilement assimilable. Autrement, la planification et le réapprovisionnement en seront directement affectés. Un plus haut niveau de risque est également une barrière souvent associée au VMI. En effet, lorsque le détaillant confie la gestion de son stock au fournisseur, il doit avoir suffisamment confiance en son partenaire pour ne pas craindre de tomber en situation de pénurie. Ce risque a tendance à s'accroître dans des contextes où la demande est très variable (Nachiappan & Jawahar, 2006). Les partenaires doivent donc cibler un niveau de stock et de service adéquat, et prévoir des stratégies alternatives pour les cas où le système ne permettrait pas de répondre entièrement à la demande.

Une dernière barrière souvent présente concerne la répartition inéquitable des profits (Yao, Evers & Dresner, 2007). En effet, avec un système comme le VMI, les stocks ont tendance à se déplacer de l'acheteur vers le fournisseur, ce qui entraîne une hausse importante du coût de stockage chez le fournisseur. Il est donc important de veiller à garantir une relation équitable pour tous les partenaires, en utilisant par exemple une compensation financière adéquate.

### *5.5.3 Le cas du CPFR*

La plupart des cas d'implantation du CPFR font également état de barrières régulièrement rencontrées. La barrière la plus souvent mentionnée a trait au coût d'implantation de la méthode (voir par exemple Cederlund, Kohli, Sherer & Yao, 2007). Notamment, le temps nécessaire pour mettre en place le CPFR et le nombre de ressources à dédier au projet sont loin d'être négligeables. Avant de se lancer dans un tel projet, les partenaires doivent donc être conscients de

l'importance de ce coût ainsi que du temps nécessaire pour parvenir à un fonctionnement efficace de la méthode. Dans le cas de Motorola par exemple, au moins dix-huit mois de travail ont été nécessaires avant que le CPFR ne fonctionne bien.

Une deuxième barrière souvent rencontrée concerne la confiance vis-à-vis du partenaire (Fliedner, 2003). Des données stratégiques sont échangés, des processus sont complètement modifiés et des investissements importants sont souvent effectués pour parvenir à une implantation efficace de l'approche. Par conséquent, la confiance en son partenaire est la clé pour garantir que tous ces efforts n'aient pas été faits en vain.

La qualité des prévisions de demande à l'interne peut également constituer une barrière de taille. En effet, la base du CPFR repose sur l'échange de prévisions entre les partenaires. Toutefois, il arrive souvent que même à l'interne, il soit difficile pour les parties de s'échanger cette information et de s'entendre sur une seule et même prévision (Fliedner, 2003). C'est pourquoi il est nécessaire d'instaurer un climat de collaboration autant à l'interne qu'à l'externe, dans le but de favoriser une bonne circulation de l'information. L'implication et le support de la haute direction peuvent notamment agir comme levier et permettre davantage de participation au sein même de l'entreprise. Le manque de standard dans l'information à s'échanger peut aussi s'avérer une barrière importante (Bocheng, Ip & Li, 2007). Les partenaires doivent s'entendre sur le format d'échange de l'information et assurer la compatibilité des données. Autrement, l'effet positif du CPFR en sera atténué. Le recours à des systèmes technologiques de pointe n'est toutefois pas obligatoire. Les compagnies Nabisco et Wegman ont débuté l'implantation du CPFR en utilisant Excel et le courrier électronique. Peu importe le système employé, il s'agit plutôt d'échanger des données fiables, justes et facilement intégrables dans les systèmes de chacun.



La difficulté de bien synchroniser toutes les opérations constitue également une barrière non négligeable (Cederlund, Kohli, Sherer & Yao, 2007). En effet, le CPFR implique plusieurs partenaires, plusieurs produits, différentes activités, et un changement à un endroit aura un impact direct sur tout le réseau. Il faut donc procéder à l'implantation étape par étape et partager adéquatement les tâches et responsabilités. Il s'agit ensuite de modifier la structure des décisions de planification et de réapprovisionnement en conséquence. Finalement, il peut exister toute une problématique au niveau de la rivalité entre les partenaires (Bocheng, Ip & Li, 2007). L'environnement change rapidement et évolue dans le temps, alors il est fort possible que l'entreprise échange de l'information stratégique avec un partenaire qui deviendra éventuellement un concurrent dans un avenir proche. Il peut donc être utile de formaliser la relation avec un contrat qui inclut notamment des clauses de sortie pour de telles situations. La négociation de ces clauses peut néanmoins être en soit une barrière à la collaboration.

Le tableau 5.1 résume les différentes barrières associées à chacune des méthodes.

**Tableau 5.1 : Barrières de la production sur demande, du VMI et du CPFR**

<b>Méthode</b>	<b>Barrières</b>
Production sur demande	Planification complexe lorsque production mixte Manque de visibilité du réseau Facilité de substitution du fournisseur
VMI	Acceptation du changement Consentement quant à la modification des responsabilités Partage de l'information, format et système Confiance et acceptation du risque Répartition inéquitable des profits
CPFR	Coût élevé d'implantation Besoin en ressources Confiance des partenaires Manque de collaboration à l'interne Partage de l'information, format et système Difficulté dans la synchronisation de toutes les opérations Rivalité entre les partenaires

## 5.6 Les incitatifs comme mécanisme de coordination

Dans cette section, nous nous intéressons à l'utilisation d'incitatifs comme mécanisme de coordination dans les réseaux. En fait, même si des stratégies logistiques comme le VMI et le CPFR permettent de générer d'importants bénéfices, il arrive souvent que les entreprises ne parviennent pas à franchir certaines barrières liées à leur implantation (voir section 5.5). Par conséquent, elles vont préférer interagir en adoptant une façon de faire plus traditionnelle. Néanmoins, une optimisation locale de la part de chaque partenaire n'entraînera pas nécessairement un impact global positif sur le système. Il s'agit donc de définir des paramètres clés tels un prix minimum, un escompte de quantité, un partage des profits, etc., de manière à inciter les partenaires à agir dans le meilleur intérêt du réseau (Arshinder, Kanda & Deshmukh, 2007). De cette façon, le niveau de service et la flexibilité peuvent être améliorés, le niveau de stock grandement diminué et le profit du réseau augmenté (pour une revue détaillée des différents incitatifs utilisés dans les réseaux, voir Cachon, 2003).

### 5.6.1 Méthode de sélection et de mise en œuvre des incitatifs

Les incitatifs dans les réseaux de création de valeur sont généralement utilisés pour trois raisons (Narayanan & Raman, 2004) :

- L'entreprise n'est pas en mesure d'observer les actions des autres partenaires;
- Un partenaire possède de l'information ou des connaissances que les autres n'ont pas;
- Un système de récompense est déjà en place, mais il est mal défini.

Il est donc essentiel que les partenaires identifient le problème pouvant exister au sein de la relation et qu'ils développent ensuite le ou les incitatifs nécessaires

pour pallier à ces difficultés. Plus précisément, les étapes de sélection et de mises en place des incitatifs se résument de la façon suivante :

- 1. Identifier le problème.** Les partenaires doivent chercher à comprendre le contexte dans lequel ils œuvrent et les raisons qui pourraient les amener à utiliser des incitatifs : actions des partenaires non visibles de tous, information asymétrique, mauvais système de récompense, etc.;
- 2. Diagnostiquer la cause.** Une fois le problème identifié, il faut en connaître la cause. Il est alors indispensable de bien comprendre toute la dynamique de la relation et comment les décisions sont prises de la part de chaque partenaire. Un diagnostic efficace du problème conduira directement au type d'incitatif à mettre en place;
- 3. Créer ou reformuler les incitatifs.** Il s'agit ensuite de définir les bons incitatifs à mettre en place de façon à amener les partenaires à collaborer pour le bien du réseau de création de valeur;
- 4. Mesurer la réussite.** Il est finalement nécessaire de développer des indicateurs de performance clés qui permettront de vérifier que les incitatifs sont bien définis, les partenaires équitablement récompensés, les comportements bel et bien modifiés, etc.

De même, l'établissement d'un contrat au tout début de la relation peut jouer un rôle clé pour fournir un certain degré de protection contre des comportements opportunistes (Sirias & Mehra, 2005).

#### *5.6.2 Barrières liées à l'implantation d'incitatifs*

Plusieurs barrières peuvent toutefois nuire à la réussite potentielle des incitatifs. Notamment, le manque de confiance en son partenaire peut conduire à une mauvaise ou à une sous-utilisation des incitatifs (Holweg, Disney, Holmström &

Småros, 2005). Il faut donc que les partenaires soient prêts à participer et à respecter les décisions des autres acteurs. Autrement, une telle stratégie ne peut fonctionner. Une seconde barrière concerne directement le contexte d'affaires (Narayanan & Raman, 2004). Lorsque la demande est stochastique, les prix volatils ou encore la compétition très forte, certains incitatifs peuvent devenir inefficaces. Il s'agit donc d'employer le bon incitatif selon le contexte d'affaires.

La difficulté de définir correctement les paramètres de l'incitatif constitue également une barrière non négligeable (Sirias & Mehra, 2005). En effet, il est essentiel de déterminer un type d'incitatif qui modifie adéquatement le comportement des partenaires et qui assure une répartition équitable des gains. Un escompte trop élevé ou encore une politique de retour de marchandise trop souple pourrait par exemple faire perdre énormément de profit au fournisseur et n'avantager que le détaillant. Il est donc nécessaire de bien définir les paramètres (bonus, escompte, politique de retour de marchandise, ...), de manière à ce qu'ils aient un impact positif sur tout le réseau. Il faut également prendre en compte l'aspect dynamique des incitatifs. En fait, les paramètres de l'incitatif ne peuvent être fixes dans le temps. Ils doivent plutôt être ajustés selon l'évolution de l'environnement et les partenaires ont à s'entendre sur la manière la plus appropriée pour bien les modifier.

## **5.7 Utilisation d'incitatifs pour un cas pratique**

Lors de nos recherches, nous nous sommes intéressés à la relation entre un producteur de pâtes et papiers et son client. Pour ce cas pratique, nous avons voulu vérifier si une collaboration plus étroite entre les partenaires basée sur l'utilisation d'incitatifs permettait de générer davantage de bénéfices pour le système.

Le cas à l'étude concerne un producteur de pâtes et papiers qui a choisi de revoir sa relation avec un de ses clients, dans le but de mieux coordonner les décisions de planification de chacun. Le système de production est caractérisé par une capacité limitée, alors le producteur doit veiller à satisfaire la demande du partenaire et la demande de tous ses autres clients. Le partenaire est un marchand, c'est-à-dire qu'il achète, entrepose et vend différents produits sans y apporter aucune modification. Le marchand peut acheter de la marchandise soit du producteur partenaire, soit d'une autre source d'approvisionnement, tout dépendant des prix et des délais offerts (Figure 5.5).

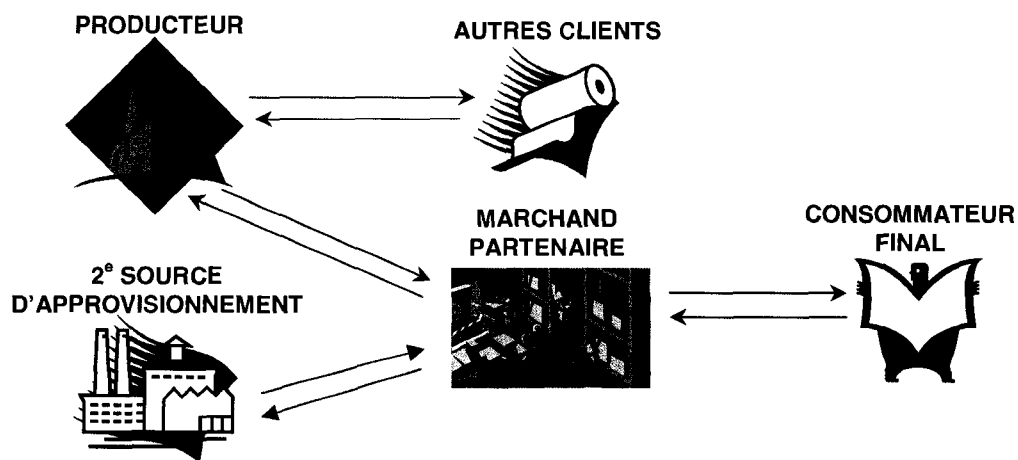


Figure 5.5 : Illustration du cas pratique

La relation entre les partenaires est plutôt traditionnelle, c'est-à-dire que le marchand commande divers produits auprès du producteur selon ses besoins, sans transmettre aucune information quant à la demande du consommateur final. Le producteur doit donc planifier sa production en se basant sur les commandes du marchand plutôt que sur la demande réelle, et il doit veiller à livrer exactement ce qui est demandé. Puisque le marchand cherche à minimiser ses coûts de stockage, il a tendance à commander à chaque jour, sans toutefois pleinement utiliser la capacité de transport. Plusieurs camions

sont donc expédiés sans être complètement remplis, ce qui entraîne un coût de transport considérable pour le producteur. Pour un tel contexte, nous avons donc cherché à voir comment l'utilisation d'incitatifs, jumelé à une façon de faire traditionnelle, peut modifier le comportement du partenaire et permettre une utilisation plus judicieuse de la capacité de transport.

#### *5.7.1 Incitatifs développés*

Le premier incitatif étudié concerne l'attribution d'un bonus lié à l'optimisation des commandes. Avec cet incitatif, le marchand est encouragé à commander moins souvent, mais en plus grande quantité, de manière à mieux utiliser la capacité de transport. En retour, le producteur accorde au client un bonus proportionnel à toutes les petites commandes qu'il n'a pas effectuées. En faisant varier la valeur possible du bonus, on constate qu'il est rapidement possible d'obtenir davantage de bénéfices qu'avec la façon de faire traditionnelle. Puisque le marchand commande moins souvent, le transport est mieux utilisé et les coûts de transport sont abaissés. De même, puisqu'un bonus est accordé, le coût de stockage plus élevé du marchand est largement compensé.

Le deuxième incitatif étudié concerne le partage des économies liées au transport. Le marchand est cette fois encouragé à commander une quantité suffisante de manière à remplir un certain pourcentage du camion et en retour, le producteur partage avec lui les économies liées à une meilleure utilisation de la capacité de distribution. Encore une fois, on constate que les bénéfices ainsi générés sont beaucoup plus importants que ceux obtenus avec la façon de faire traditionnelle. Les coûts de transport sont grandement diminués et les économies partagées sont suffisantes pour que les deux partenaires gagnent tous les deux à mieux utiliser la capacité de transport.

Le dernier incitatif concerne l'utilisation d'escomptes de quantité. Plus précisément, le producteur accorde un rabais en \$/kg sur les unités supplémentaires si la quantité commandée est supérieure à une certaine valeur. Le marchand commande donc moins souvent afin de profiter de l'escompte. Si les paramètres sont bien définis, une amélioration du système est encore une fois possible. Le marchand commande de manière à bien utiliser la capacité de distribution et reçoit un escompte suffisant pour compenser la hausse de ses coûts de stockage. Quant au producteur, l'économie générée en transport compense amplement l'escompte accordé.

Le tableau 5.2 résume les différents résultats obtenus.

**Tableau 5.2 : Résumé des nouveaux profits annuels de chaque acteur suite à l'utilisation d'incitatifs<sup>6</sup>**

Méthode	Paramètres de l'incitatif	Profit Marchand	Profit Producteur
Façon de faire traditionnelle		1347290 \$	7678448 \$
Bonus par petite commande évitée	800\$/petite commande évitée	1449276 \$	7765019 \$
Partage des économies de transport	% remplissage camion $\geq$ 90% % partage économies = 50%	1516877 \$	7816460 \$
Escomptes de quantité	quantité minimum = 57000 kg escompte = 0,03\$/kg	1368452 \$	7813006 \$

### 5.7.2 Barrières associées aux incitatifs du cas pratique

Nous avons toutefois rapidement constaté que l'incitatif lorsque mal défini peut désavantager considérablement les partenaires ou encore entraîner des comportements non désirés. Prenons tout d'abord le cas du bonus par petite commande évitée. Les différents tests effectués ont montré que si le bonus n'est pas suffisant, le marchand ne changera en rien son comportement d'achat. De

<sup>6</sup> Pour connaître en détail toute la recherche effectuée pour ce cas pratique, voir Lehoux, D'Amours & Langevin (2007)

même, si le bonus est trop élevé ( $>1700\$$ ), le marchand captera tous les gains, alors que le producteur verra plutôt son profit diminuer (Figure 5.6).

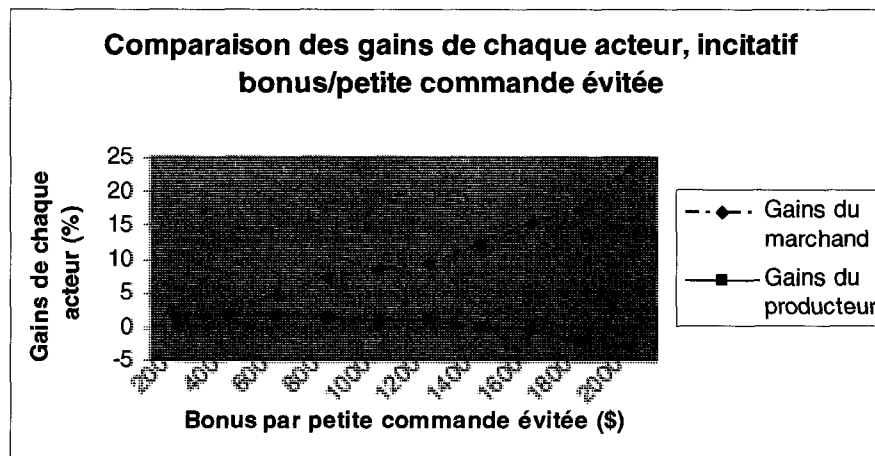
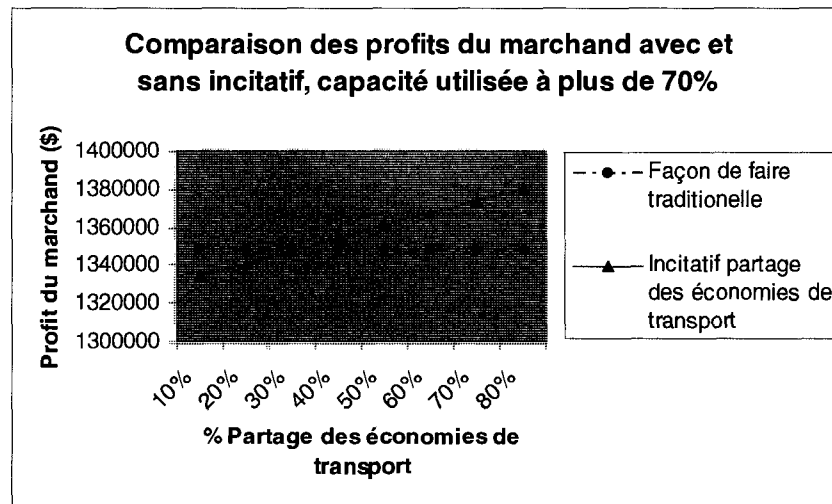


Figure 5.6 : Comparaison des gains de chaque acteur lorsqu'il y a utilisation d'un incitatif

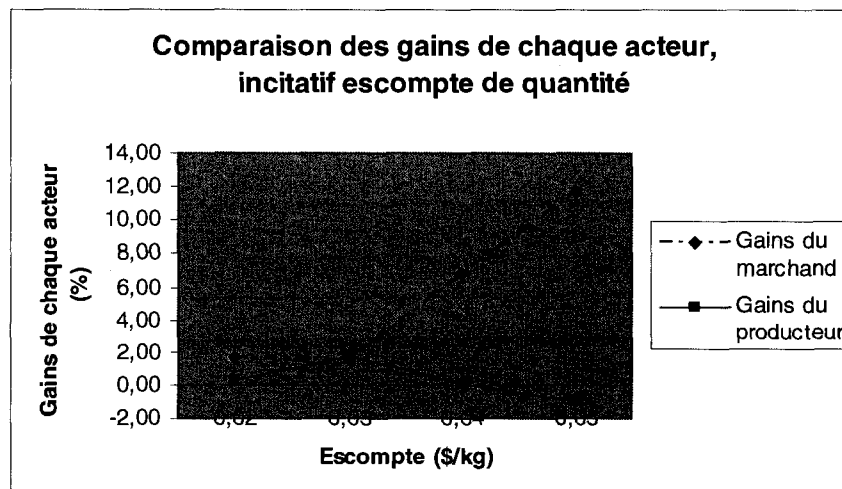
Si on s'attarde ensuite à l'incitatif basé sur le partage des économies de transport, on remarque encore une fois que si le partage n'est pas suffisant, l'incitatif aura alors un impact négatif sur le système. Par exemple, si le marchand est invité à commander de manière à remplir un camion à au moins 70% de sa capacité, les économies partagées doivent être supérieure à 30% pour qu'il puisse profiter de l'incitatif. Autrement, la hausse de ses coûts de stockage ne sera pas adéquatement compensée et il obtiendra ainsi un profit plus faible que celui obtenu avec la façon de faire traditionnelle (Figure 5.7).





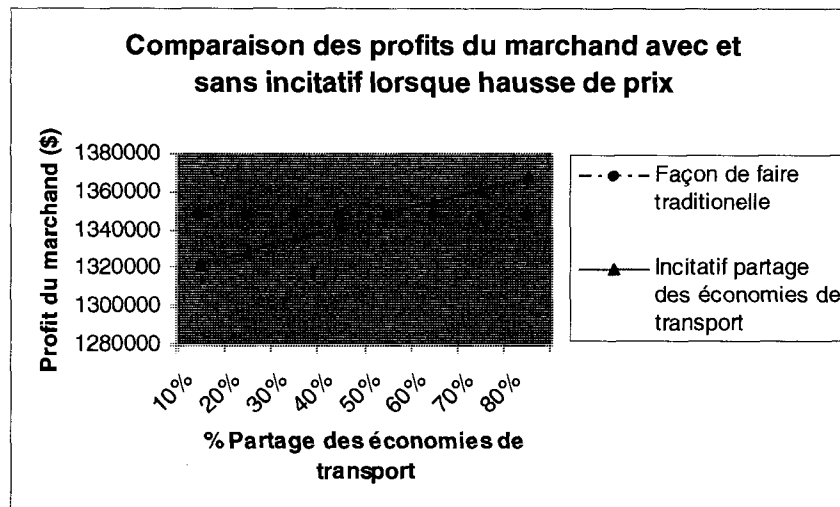
**Figure 5.7 : Comparaison des profits du marchand lorsqu'il y a utilisation ou non d'un incitatif**

Le même constat s'applique également dans le cas des escomptes de quantité. Si l'escompte n'est pas adéquatement défini, les partenaires risquent de voir leurs bénéfices diminuer. Par exemple, si la quantité minimum à commander pour bénéficier d'un escompte est de 57 000 kg, on peut constater qu'un escompte supérieur à 0,04\$/kg désavantagera le producteur (Figure 5.8).



**Figure 5.8 : Comparaison des gains de chaque acteur lorsqu'il y utilisation d'escomptes de quantité**

Une modification du contexte d'affaires peut également avoir un impact significatif sur l'efficacité du système. Les partenaires doivent donc veiller à ajuster les paramètres de l'incitatif selon l'évolution de leur environnement. Prenons par exemple le cas d'une hausse de prix. Si l'incitatif employé concerne le partage des économies de transport, le producteur devra veiller à partager un pourcentage plus important des économies avec le marchand. Autrement, le marchand n'obtiendra aucun bénéfice à mieux utiliser la capacité de transport (Figure 5.9).



**Figure 5.9 : Comparaison des profits du marchand lorsqu'il y a hausse de prix**

Tout dépendant des objectifs des partenaires et des processus caractéristiques du réseau, certains incitatifs seront donc plus valables que d'autres (Arshinder, Kanda & Deshmukh, 2007). Il s'agit de mettre en place le bon incitatif selon le contexte et de l'ajuster suivant l'évolution de l'environnement.

## 5.8 Discussion

Après avoir étudié la collaboration de manière plus théorique, il devient intéressant de faire un parallèle entre le constat de la littérature et ce que nous avons pu observer dans le cadre de nos recherches.

### 5.8.1 *Regard sur le cas pratique*

Lorsque nous avons étudié un cas pratique de collaboration entre un producteur de pâtes et papiers et son marchand, nous avons tout d'abord observé que les étapes de mises en œuvre adoptées étaient similaires à celles proposées par les auteurs. Plus précisément, suite à une analyse critique de ses processus d'affaires et de son mode de fonctionnement, le producteur a choisi de travailler plus étroitement avec des clients stratégiques afin de mieux synchroniser les activités. Il a alors procédé à une sélection préliminaire parmi tous ses clients, de manière à identifier un partenaire avec qui une collaboration serait possible. Il a ensuite rencontré le partenaire en question pour lui présenter le type de stratégie qui pourrait être mise en place ainsi que les bénéfices attendus. Par un processus de discussion et de négociation, le producteur a tenté de développer une relation de confiance et un engagement à plus long terme. Une fois la collaboration établie, les partenaires se sont régulièrement rencontrés pour discuter de la collaboration, faire le suivi d'indicateurs de performance clés et veiller à l'atteinte des objectifs.

Quelques difficultés ont toutefois contribué à rendre la démarche plus ardue. Notamment, l'établissement de la confiance a été rapidement identifié comme une nécessité au bon fonctionnement de la relation. C'est pourquoi les partenaires ont tenu plusieurs rencontres et ateliers pour mieux se connaître et bien comprendre leur mode de fonctionnement respectif, malgré une relation

d'affaires de longue date. De même, une bonne communication à la fois à l'interne et à l'externe a été nécessaire pour informer toutes les troupes sur l'avancement de la collaboration, les politiques mises de l'avant, les résultats obtenus, etc. Lorsque le producteur a envisagé d'implanter la stratégie logistique VMI avec son marchand, il s'est également heurté à une peur du changement et à la crainte d'une perte de responsabilités. Le marchand craignait en effet de ne plus être utile et de se voir éliminer du réseau.

D'autres problématiques peu discutées dans la littérature ont également été observées. La première concerne l'évaluation des frais fixes liés à l'implantation d'une stratégie logistique particulière. Avant de choisir le type de méthode à mettre en place, le producteur a dû évaluer le coût d'implantation de chacune d'elles. Malheureusement, ce coût est très complexe à définir et à anticiper, ce qui constitue un risque non négligeable. De même, il est clair que les coûts associés à la stratégie ne seront pas supportés également par les partenaires. On fait plutôt face à une situation asymétrique où certains partenaires auront à supporter davantage de frais que d'autres. Une seconde difficulté porte sur l'évaluation de la durabilité de la relation. En effet, le producteur a entrepris des démarches de collaboration avec d'autres clients qu'il a finalement dû interrompre et ce, pour toutes sortes de raisons : manque d'enthousiasme ou de participation du partenaire, complexité dans la gestion de la relation, haut degré de méfiance, etc. Le producteur n'a donc pas été en mesure d'évaluer quelle relation allait perdurer ou non, puisqu'il est très complexe d'anticiper comment va évoluer la relation et quels facteurs précis vont contribuer à sa durabilité. Une autre difficulté rencontrée a trait à la perte de pouvoir au sein même de l'entreprise. Selon la stratégie logistique mise en place, des transformations dans l'organisation vont se produire et des départements peuvent se voir retirer la responsabilité de certaines tâches. C'est pourquoi lorsque le producteur a étudié la possibilité d'implanter le VMI, son département des ventes a aussitôt

réagi, faisant valoir que cette stratégie allait l'empêcher de faire correctement son travail, ce qui a occasionné de nombreuses discussions à l'interne. La direction a donc dû adopter un système de récompense qui assure le versement d'un bonus aux ventes à chaque fois qu'une relation de collaboration avec un client est établie. De cette manière, le département des ventes joue un rôle clé dans la valorisation de la collaboration et il est rémunéré en conséquence. Une dernière difficulté concerne le coût lié à la technologie à mettre en place. Le producteur a rapidement constaté que le partenaire n'était pas prêt à supporter un tel coût et qu'il allait donc devoir prendre en charge le déploiement de la technologie et veiller à son bon fonctionnement.

#### *5.8.2 Méthodologie d'analyse du cas*

Tout en observant la façon de procéder du producteur et de son partenaire, nous avons également voulu vérifier via la modélisation et la simulation si le recours à une stratégie logistique particulière ou encore l'application d'un incitatif pouvait générer davantage de profit selon le contexte. Pour ce faire, nous avons adopté la méthodologie d'analyse suivante : Nous avons d'abord identifié quatre stratégies potentielles pour le cas à l'étude, soit une façon de faire traditionnelle sans collaboration entre les partenaires, le réapprovisionnement régulier, le VMI et le CPFR. Pour chacune de ces méthodes, nous avons développé un modèle décisionnel du point de vue du producteur et un modèle décisionnel du point de vue du marchand, de manière à prendre en compte l'ensemble des décisions de planification des deux acteurs. Nous avons également développé les trois types d'incitatif présentés à la section précédente. Nous avons ensuite programmé, testé et comparé les modèles entre eux.

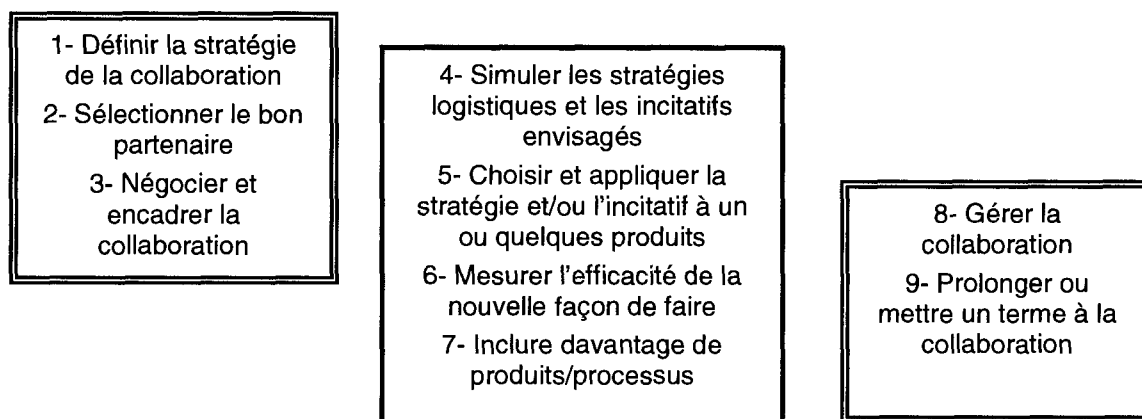
Nous avons ainsi été en mesure de voir sous quelles conditions (type de demande, valeur des coûts opérationnels, schème de prix, ...) une stratégie générerait davantage de bénéfices qu'une autre. Nous avons alors observé que sous certaines conditions, le CPFR avantageait le producteur alors que la façon de faire traditionnelle générerait davantage de bénéfices pour le marchand. De même, un incitatif particulier pouvait modifier le comportement d'achat du marchand et générer des profits du système plus élevés. Ces analyses ont toutes été présentées au producteur comme pistes de réflexion pour la relation actuelle ainsi que les collaborations à venir.

### *5.8.3 Proposition d'une démarche générale*

Il devient donc intéressant de combiner notre méthodologie d'analyse au processus de mise en œuvre d'une collaboration, afin de proposer une démarche qui permet non seulement d'établir une relation de manière structurée, mais qui prend également en compte l'impact réel de la collaboration sur la façon de faire et le mode de planification des partenaires. De cette façon, il est possible d'établir une forme de collaboration qui reflète davantage la réalité d'affaires et qui rend possible l'engagement à plus long terme.

La démarche proposée se résume donc de la manière suivante : L'entreprise doit d'abord s'assurer que la collaboration est le meilleur moyen d'atteindre ses objectifs. Elle doit ensuite cibler le bon partenaire avec qui elle sera en mesure de travailler efficacement. Une fois le partenaire sélectionné, il est nécessaire de déterminer les buts communs à atteindre dans le cadre de la collaboration, ainsi que les stratégies logistiques et les incitatifs à mettre en place pour y parvenir. Il s'agit ensuite de procéder à une simulation des stratégies et incitatifs envisagés, de façon à identifier clairement les décisions de planification affectées par la nouvelle façon de faire, de même que les bénéfices générés. Les partenaires

peuvent alors opter pour la stratégie et/ou l'incitatif qui répond le mieux à leurs besoins, puis définir les paramètres clés qui en découlent (politique de stockage, niveau de service, information à partager, valeur du bonus accordé, ...). La collaboration peut d'abord être établie pour un ou quelques produits, afin de s'assurer de son bon fonctionnement. Si les résultats sont positifs et que les partenaires sont satisfaits de la relation, le projet peut alors être étendu à davantage de produits ou encore englober plus de processus selon le contexte. La relation doit par la suite être bien gérée et adaptée suivant l'évolution de l'environnement. Lorsqu'elle n'entraîne plus de bénéfices mutuels ou qu'elle ne permet plus l'atteinte des objectifs, il s'agit alors de revoir la forme de la collaboration ou encore d'y mettre un terme tout dépendant de la situation.



**Figure 5.10 : Nouvelle démarche de mise en œuvre proposée**

## 5.9 Conclusion

Nous nous sommes intéressés à la dynamique des relations interentreprises et aux différents mécanismes de coordination à déployer pour favoriser la synchronisation des activités dans les réseaux. Nous avons énuméré les étapes clés à suivre pour mettre en œuvre une relation de collaboration structurée, puis insisté sur différentes stratégies logistiques pouvant être utilisées pour mieux

soutenir la relation. Plus précisément, nous avons d'abord identifié les caractéristiques liées à la production sur demande, le VMI et le CPFR, et détaillé leur mode d'implantation respectif. Nous avons également énuméré les barrières associées à la mise en place de ces approches. Nous nous sommes ensuite intéressés à l'utilisation d'incitatifs pour mieux coordonner les décisions des partenaires. Nous avons présenté un cas pratique pour lequel nous avons appliqué différents incitatifs jumelés à une façon de faire traditionnelle, dans le but d'accroître les profits du système.

L'établissement de collaborations interentreprises nécessite de suivre une démarche structurée de la conception jusqu'à la mise à terme. Que ce soit la sélection du partenaire ou encore le développement de la stratégie, aucune étape ne doit être prise à la légère pour que la collaboration puisse perdurer. Puisque les partenaires n'ont pas nécessairement accès aux mêmes types d'information et qu'ils peuvent exercer certains jeux de pouvoir, il est également essentiel de mettre en place les bons mécanismes de coordination pour favoriser un échange efficace des biens et de l'information dans le réseau. Que ce soit via l'implantation de stratégies logistiques reconnues comme le VMI ou le CPFR, ou encore à l'aide d'incitatifs comme un partage des économies ou des escomptes de quantité, les entreprises doivent chercher à déployer les bons mécanismes qui leur permettront d'atteindre leurs objectifs de départ. Certaines barrières peuvent toutefois nuire et même empêcher la collaboration de bien fonctionner. Nous avons notamment étudié la relation entre un producteur de pâtes et papiers et un marchand, et démontré que tout dépendant du contexte, l'application de certains incitatifs peut ne pas être profitable aux partenaires. Plus précisément, nous nous sommes intéressés à l'utilisation d'un bonus par petite commande évitée, au partage des économies de transport et à l'utilisation d'escomptes de quantité. Pour chacun de ces incitatifs, nous avons montré que les paramètres tels le bonus, l'escompte ou encore le pourcentage des



bénéfices partagés se doivent d'être bien définis pour favoriser une meilleure prise de décision. Sans la mise en place des bons paramètres et leur ajustement selon le contexte d'affaires, les incitatifs peuvent devenir davantage nuisibles que bénéfiques.

Les partenaires doivent donc veiller à choisir le bon modèle de collaboration et les mécanismes de coordination qui correspondent le mieux à leur contexte d'affaires. Il faut également qu'ils gardent à l'esprit que l'environnement évolue constamment et qu'un choix valable aujourd'hui ne le sera peut-être plus demain. Une extension possible de ce travail consisterait notamment à étudier les coûts liés à un changement de stratégie. Il serait en effet intéressant d'évaluer quel est le coût d'un mauvais choix dans l'approche collaborative à mettre en place. De même, d'autres mécanismes de coordination exploitant les technologies de l'information pourraient être étudiés en soulignant leurs avantages ainsi que les limites de leur implantation. Finalement, l'application d'incitatifs à divers contextes industriels pourrait également permettre une meilleure compréhension de la dynamique décisionnelle dans les réseaux. Nos travaux se veulent donc un premier pas dans la réflexion sur les moyens mis à la disposition des entreprises pour mieux travailler ensemble et prendre des décisions profitables à tous les membres du réseau de création de valeur.

### **5.10 Références**

Andel, T. (2002). From common to custom: the case for make-to-order. *Material Handling Management*, Novembre 2002, 1-4.

Arshinder, Kanda, A. & Deshmukh, S. G. (2007). Coordination in supply chains: an evaluation using fuzzy logic. *Production Planning & Control*, 18(5), 420-435.

Ballou, R. H. (2004). Business logistics/Supply Chain Management (5<sup>e</sup> édition). New Jersey : Pearson Prentice Hall.

Barratt, M. & Oliveira, A. (2001). Exploring the experience of collaborative planning initiatives. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 31 (4), 266-289.

Bocheng, C., Ip, W. H. & Li, Y. (2007). The study and Application of CPFR Model and Its Analysis in China. *Proceedings of the International Conference on Service Systems and Service Management*, Troyes (Vol. 1, pp.745-749). Piscataway, NJ : IEEE.

Cachon, G. P. (2003). Supply Chain Coordination with Contracts. In de Kok A. G. & Graves, S. C. (eds.), *Handbooks in operations research and management science*, (Vol. 11, pp. 229-339). Amsterdam : Elsevier.

Cederlund, J. P., Kohli, R., Sherer, S. A. & Yao, Y. (2007). How Motorola put CPFR into action. *Supply Chain Management Review*, Octobre 2007, 28-35.

Chen, F. (2003). Information Sharing and Supply Chain Coordination. In de Kok A. G. & Graves, S. C. (eds.), *Handbooks in operations research and management science*, (Vol. 11, pp. 341-421). Amsterdam : Elsevier.

Danese, P. (2006). The extended VMI for coordinating the whole supply network. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 17(7), 888-907.

De Toni, A. F. & Zamolo, E. (2005). From a traditional replenishment system to vendor-managed inventory: A case study from the household electrical appliances sector. *International Journal of Production Economics*, 96, 63-79.

Disney, S. M. & Towill, D. R. (2003). Vendor-managed inventory and bullwhip reduction in a two-level supply chain. *International Journal of Operations & Production Management*, 23(6), 625-651.

Durand, B. (2007). La dimension stratégique des chaînes logistiques multi-acteurs du commerce électronique B to C. In Paché, G. & Spalanzani, A. (coordonnateurs), *La Gestion des chaînes logistiques multi-acteurs : perspectives stratégiques* (pp. 185-202). Grenoble : PUG.

Fliedner, G. (2003). CPFR: an emerging supply chain tool. *Industrial Management & Data Systems*, 103(1), 14-21.

Gonzalez, M. (2001). Strategic alliances, the right way to compete in the 21st century. *Ivey Business Journal*, Septembre/Octobre, 47-51.

Holweg, M., Disney, S., Holmström, J. & Småros J. (2005). Supply Chain Collaboration: Making Sense of the Strategy Continuum. *European Management Journal*, 23(2), 170-181.

Lee, H. L., Padmanabhan, V. & Whang, S. (1997). Information Distortion in Supply Chain: the Bullwhip Effect. *Management Science*, 43(4), 546-558.

Lehoux, N. (2004). Architecture organisationnelle et technologique d'une relation coopérative entre manufacturiers et distributeurs : une application à l'industrie alimentaire. M.Sc., Université Laval, Québec, Canada.

Lehoux, N., D'Amours, S. & Langevin, A. (2007). Collaboration and decision models for a two-echelon supply chain: a case study in the pulp and paper industry. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Systems Management*, Beijing, Chine.

Mejías-Sacaluga, A. & Prado-Prado, J. C. (2003). Implementing buyer-supplier partnerships in retailing channels through continuous improvement. *International Journal of Services Technology and Management*, 4(2), 181-193.

Rajagopalan, S. (2002). Make to Order or Make to Stock: Model and Application. *Management Science*, 48(2), 241-256.

Simatupang, T. M. & Sridharan, R. (2002). The collaborative supply chain. *International Journal of Logistics Management*, 13(1), 15-30.

Simchi-Levi, D., Kaminsky, P. & Simchi-Levi, E. (1999). *Designing and Managing the Supply Chain: Concepts, Strategies, and Cases* (1<sup>e</sup> édition). New York : McGraw-Hill/Irwin.

Sirias, D. & Mehra, S. (2005). Quantity discount versus lead time-dependent discount in a inter-organizational supply chain. *International Journal of Production Research*, 43(16), 3481-3496.

Steermann, H. (2003). A practical look at CPFR: The Sears-Michelin Experience. *Supply Chain Management Review*, Juillet 2003, 46-53.

Thron, T., Nagy, G. & Wassan, N. (2005). The impact of various delivery prioritization strategies in heterogeneous supply chain environments. *Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Industrial Simulation Conference*, Berlin (pp. 262-268). Ghent : Eurosis-ETI.

Voluntary Interindustry Commerce Solutions. CPFR Guidelines. Consulté le 14 juillet 2008, tiré de <http://www.vics.org/home>.

Yao, Y., Evers, P. T. & Dresner, M. E. (2007). Supply chain integration in vendor-managed inventory. *Decision Support Systems*, 43, 663-674.

## **DISCUSSION**

Dans le cadre de nos travaux, nous avons étudié la notion de collaboration interentreprises à la fois de manière théorique et pratique. Après consultation de plusieurs articles et ouvrages scientifiques, nous avons été en mesure de mieux comprendre les différentes formes de collaboration pouvant exister dans les réseaux, de même que les mécanismes à mettre en place pour favoriser la coordination des activités. La lecture de cas d'entreprises qui ont su utiliser efficacement toutes ces stratégies pour se démarquer de la compétition nous a également fourni des exemples concrets de réussite.

Par la suite, la modélisation et l'analyse d'un cas réel de collaboration entre deux acteurs nous ont permis d'approfondir la problématique de manière plus pratique. Nous avons alors pris conscience de toute la complexité des relations interentreprises, ainsi que des nombreuses difficultés pouvant affecter la réussite d'une collaboration. Nous avons également pu examiner la façon de faire de deux partenaires et la confronter à d'autres méthodes discutées dans la littérature, en mesurant notamment les bénéfices attendus. Nous avons ainsi été à même d'évaluer la forme de la collaboration actuelle et d'anticiper les résultats potentiels liés au déploiement de nouvelles stratégies.

### **Complexité de la collaboration**

Lors de nos recherches, nous avons rencontré à plusieurs reprises le producteur de manière à bien comprendre sa façon de procéder, son mode de planification, la technologie utilisée, etc. Nous avons alors constaté qu'aucun document formel ne décrivait les processus de l'entreprise ou le mode de prise de décisions. À l'exception de quelques rapports de stage rédigés par des

étudiants lors de leur passage dans l'entreprise, rien en termes de documents officiels ne permettait de bien comprendre la façon de fonctionner du producteur. Pourtant, les auteurs s'entendent tous pour dire que la documentation est à la base d'une bonne compréhension de l'entreprise, et donc indispensable lors de la mise sur pied d'une collaboration. Il était ainsi très difficile d'avoir une vision d'ensemble de l'entreprise et d'anticiper correctement quel impact pourrait avoir une collaboration sur les activités.

De plus, lorsque nous avons débuté notre travail avec l'équipe de logistique, nous avons senti une réelle motivation de la part du personnel à mettre de l'avant des collaborations et des mécanismes pour faciliter l'échange de biens et d'information. C'est d'ailleurs cette équipe de travail qui, à chaque fois, initiait la collaboration en déterminant d'abord avec quels clients potentiels l'entreprise pourrait collaborer et la meilleure façon de travailler avec eux. Nous avons toutefois pu remarquer à quel point ce travail nécessitait énormément de temps et de ressources. En effet, l'équipe de travail devait rencontrer le partenaire à plusieurs reprises avant de débiter les discussions sur une possible collaboration et elle avait à procéder à de nombreuses négociations pour parvenir à une entente. Même si les auteurs mentionnent qu'un certain temps est nécessaire pour mettre sur pied une collaboration viable, ils ne précisent que très rarement que ce temps peut être particulièrement long, surtout lorsqu'il faut en plus motiver ou convaincre le partenaire visé.

La littérature insiste également sur l'importance de la communication. Mais lorsque nous avons suivi de près les partenaires, nous avons alors pu réaliser à quel point cet élément s'avérait fondamental. Non seulement les partenaires devaient-ils s'échanger de l'information à un niveau opérationnel tels les stocks, les commandes, les ventes, etc., mais il y avait également toute une facette plus stratégique liée aux résultats et indicateurs de performance de la collaboration

(nombre de jours de stock, volume transigé, disponibilité du produit, ...). Par ailleurs, que ce soit à l'interne ou à l'externe, l'équipe de travail devait constamment informer toutes les personnes concernées de l'avancement de la collaboration et des résultats obtenus, dans le but de préserver la motivation et permettre la création de nouvelles initiatives collaboratives. Le producteur a par contre constaté que trop de ressources impliquées dans la communication pouvait avoir un effet contraire. Il s'agit plutôt de discuter avec les personnes clés et de diffuser l'information par des moyens accessibles à tous.

Pourtant, malgré une communication efficace et l'adoption d'une démarche de mise en œuvre structurée, le producteur a parfois dû mettre un terme à certaines collaborations. Les clients éprouvaient régulièrement beaucoup de difficultés à changer leur façon de faire et de penser, ce qui nuisait considérablement à l'établissement d'une approche plus collaborative. Le producteur ne connaissait pas vraiment la façon de bien gérer ce changement chez le partenaire, de même qu'à l'intérieur de sa propre organisation. De plus, la loyauté du partenaire n'était pas toujours au rendez-vous. Le client préférait parfois acheter le produit ailleurs et à moindre coût plutôt que de se le procurer chez son producteur partenaire. Même si les auteurs précisent que la confiance et la loyauté doivent être présentes pour favoriser une bonne collaboration, nous avons observé qu'il est très difficile pour une entreprise de savoir précisément comment créer ce sentiment de confiance et fidéliser le client. Il faut également souligner que les compétiteurs entraient souvent en contact avec le client pour lui proposer de la marchandise à faible coût, ce qui ne facilitait en rien la relation de fidélité entre les partenaires. L'utilisation d'incitatifs pourrait constituer un bon moyen de limiter un tel comportement opportuniste et d'obliger le partenaire à prendre des décisions optimales pour le réseau. Mais cette méthode n'a pas été utilisée par le producteur jusqu'à maintenant.

### **Analyse de la collaboration actuelle**

Lorsque nous avons procédé à l'expérimentation, nous avons pu démontrer que le réapprovisionnement régulier et la façon de faire traditionnelle avantageaient le marchand, alors que le CPFR s'avérait la méthode la plus profitable pour le producteur. Il devient donc intéressant de comparer ce résultat avec ce qui s'est réellement passé pour le cas pratique. En fait, le producteur a au départ établi une relation de collaboration avec son marchand basée sur le réapprovisionnement régulier. Le producteur espérait ainsi créer un climat de confiance avec son partenaire et établir la base d'une relation plus étroite à plus long terme. Une fois la confiance bien établie et après plusieurs mois d'interaction, les partenaires se sont peu à peu orientés vers le CPFR. Ils ont alors échangé de l'information privilégiée et déployé plus de ressources. Toutefois, aucune méthode n'a été définie pour assurer un partage équitable des profits. Pourtant, d'après nos analyses, le marchand ne sera plus en mesure de récolter le profit maximum avec cette nouvelle forme de collaboration. Puisque la relation est davantage orientée vers le CPFR, le producteur a donc tout intérêt à en faire profiter son partenaire, via un partage plus équitable des bénéfices. Autrement, comme nous l'avons souligné dans notre étude, il est fort probable que la collaboration entre les deux partenaires ne puisse perdurer.

### **Diagnostic de la collaboration à venir**

La fusion du producteur avec une autre compagnie a aussi entraîné un changement radical dans les façons de faire. L'intérêt de créer des collaborations stratégiques avec certains clients a énormément diminué et la nouvelle entreprise a opté pour un mode de production pour livraison (*Make to Ship*). Les clients procèdent donc à des commandes, mais c'est le fournisseur



qui décide de quelle façon il va les livrer. C'est d'ailleurs un des premiers scénarios que nous avons testés au tout début de notre expérimentation, afin de prendre en considération la situation dans laquelle le fournisseur détient tout le pouvoir. Nous avons ainsi constaté que les coûts de stockage et plus particulièrement les coûts de transport du fournisseur pouvaient être considérablement minimisés, alors que les coûts du marchand grimpaient littéralement en flèche. En fait, les coûts de stockage du marchand étaient tels qu'il n'avait plus aucun intérêt à acheter la marchandise du producteur partenaire. D'après nos résultats, le nouveau mode de fonctionnement de l'entreprise fusionnée pourrait donc énormément nuire à la relation avec la clientèle, et il s'agit d'espérer qu'une fois la fusion bien ancrée, l'entreprise retrouvera ses valeurs initiales davantage tournées vers les façons de faire de l'avenir.

### **Apport de la recherche pour le cas pratique**

Grâce à une étude à la fois théorique et pratique des collaborations interentreprises, nous avons été à même d'explorer la relation entre deux acteurs et nous avons pu mettre au point un outil qui permet d'analyser les bénéfices obtenus du déploiement de différentes approches collaboratives (Figure 6.1). À partir des modèles décisionnels et de l'interface de tests que nous avons développés, les partenaires pourront non seulement bien saisir comment fonctionne leur relation, mais ils auront également l'opportunité d'expérimenter de nouvelles méthodes qui se révéleront peut-être plus profitables. Ils seront aussi mieux outillés pour vulgariser les concepts de la collaboration et promouvoir ses bienfaits auprès de clients potentiels.

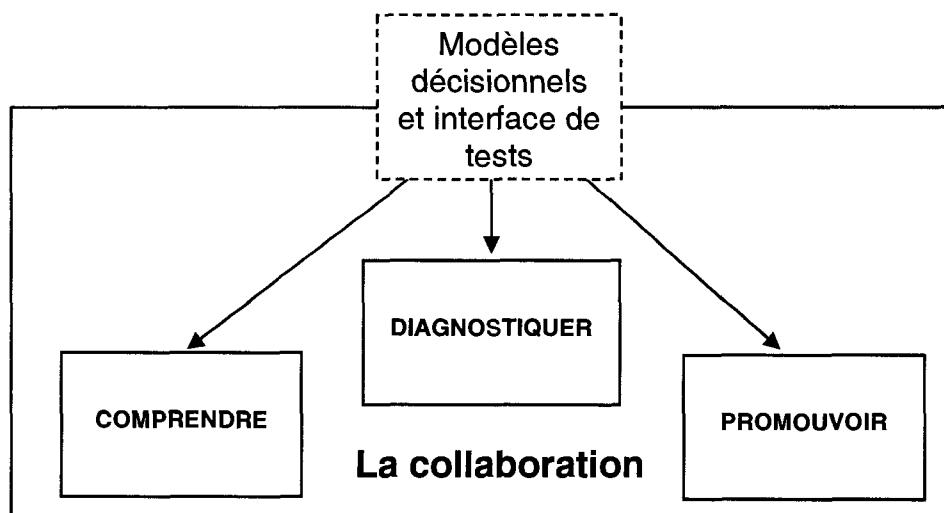


Figure 6.1 : Apport de la recherche au cas pratique

## **CONCLUSION**

Cette thèse analyse la tendance des entreprises à se regrouper et à collaborer davantage avec leurs clients et fournisseurs, de manière à mieux synchroniser les activités. Suite à l'étude d'une relation entre un producteur de pâtes et papiers et son marchand, différentes formes de collaboration ont été proposées et des incitatifs ont été développés pour accroître les profits du réseau et de chaque acteur. Les modes d'implantation de ces stratégies de même que les barrières pouvant être rencontrées lors de leur mise sur pied ont également été explorés.

### **Rappel du contenu de la thèse**

En guise d'introduction, nous avons d'abord situé le contexte de la recherche, présenté la méthodologie suivie et introduit les différentes sections de la thèse. Nous avons ensuite décrit les nombreux articles et ouvrages scientifiques consultés durant nos travaux. En premier lieu, la notion de collaboration interentreprises ainsi que la méthodologie de mise en œuvre ont été détaillées. Nous avons alors constaté qu'il est essentiel de suivre une démarche structurée lors de l'établissement d'une collaboration. L'entreprise doit non seulement bien se connaître et identifier clairement ses besoins et ce qu'elle recherche, mais elle doit également se doter d'une stratégie qui la guidera dans le choix du partenaire avec lequel travailler. L'entreprise doit également veiller à sélectionner un partenaire qui lui ressemble dans ses valeurs et sa culture organisationnelle, et qui partage des objectifs communs. Une fois la collaboration bien structurée et les ressources nécessaires déployées, les partenaires auront à assurer un suivi continu de la relation pour vérifier l'atteinte des objectifs, bien gérer les conflits et répartir équitablement les risques et

bénéfices. En second lieu, les divers mécanismes de coordination favorisant la synchronisation des opérations dans les réseaux ont été énumérés. Nous avons ainsi réalisé toute l'importance du partage de l'information. Puisque chaque acteur n'a généralement pas accès au même type d'information, il s'agit de partager les connaissances de façon à fournir une vision d'ensemble du réseau et permettre une meilleure prise de décisions. La mise de l'avant d'approches collaboratives tels le VMI et le CPFR s'est également avérée profitable pour de nombreuses entreprises provenant de plusieurs secteurs industriels différents. Que ce soit Dell, Wal-Mart, Procter & Gamble, Nokia ou encore Samsung, toutes ces compagnies ont su déployer des initiatives collaboratives qui leur ont permis de se démarquer de la compétition et de mieux répondre aux besoins du client. Le recours à différents incitatifs est aussi apparu comme une stratégie efficace pour coordonner les décisions des membres du réseau et répartir équitablement les profits. Via un prix partenaire ou l'utilisation d'une politique de retour de marchandise, plusieurs auteurs ont montré le potentiel réel de l'utilisation de ce type de mécanisme. La négociation a également été décrite comme une procédure fort utile pour bien synchroniser les activités des partenaires. Pour compléter ce chapitre, une critique de la littérature a été proposée afin d'introduire les motivations qui ont guidé nos travaux. Nous avons alors précisé que la façon dont les auteurs traitent généralement le cas de la collaboration entre les acteurs rend difficile l'application de leurs modèles dans la réalité. C'est pourquoi nous avons plutôt choisi d'utiliser la programmation linéaire en nombres entiers dans le but de tenir compte d'un ensemble de paramètres opérationnels clés, affectés par le type d'approche collaborative mis de l'avant.

Le contenu de la recherche a par la suite été exposé en détail. Nous avons brièvement décrit l'industrie canadienne des produits forestiers. Ce secteur industriel occupe une place importante dans l'économie canadienne et génère

de nombreux emplois. Le Canada s'avère un leader dans la production et l'exportation de divers produits forestiers qu'ils distribuent un peu partout à travers le monde. Malheureusement, l'industrie tend peu à peu à se consolider et de nombreux facteurs économiques telles la hausse du coût de l'énergie et la force du dollar canadien, forcent les entreprises à revoir leurs façons de faire et à mieux optimiser tout leur réseau logistique. Nous nous sommes donc intéressés à cette réalité d'affaires et les acteurs de notre étude proviennent de ce secteur industriel. Le cas pratique a ensuite été présenté. Il s'agit d'un producteur de pâtes et papiers qui a choisi d'établir une relation de collaboration plus étroite avec l'un de ses marchands. La problématique consiste à identifier quelle approche collaborative et quels incitatifs mettre en place, afin d'échanger plus efficacement les biens et l'information entre les partenaires, tout en dégagant le maximum de bénéfices pour le réseau ainsi que pour chaque acteur.

Les trois articles à la base de la thèse ont alors été introduits. Le premier article détaille les modèles décisionnels développés du point de vue du producteur et du point de vue du marchand, basés sur une façon de faire traditionnelle sans collaboration entre les partenaires, le réapprovisionnement régulier, le VMI et le CPFR. Il inclut également l'expérimentation réalisée pour comparer chaque approche et identifier celle qui génère le profit du système le plus élevé selon le contexte. Le deuxième article compare la rentabilité de deux approches opposées en termes de niveau d'interaction, soit une façon de faire traditionnelle et le CPFR. Étant donné qu'aucune de ces deux approches n'est profitable simultanément pour les deux partenaires, une méthode pour mieux répartir les bénéfices est proposée. Des incitatifs sont également développés pour bien coordonner les décisions des partenaires et accroître les profits, sans toutefois nécessiter une implantation complexe. Le troisième article décrit de façon plus théorique la production sur demande, le VMI et le CPFR, ainsi que

leur mode d'implantation. Il souligne également les barrières liées à la mise sur pied de chacune de ces façons de faire. Le concept d'incitatif est également explicité, de même que les barrières qui peuvent restreindre l'efficacité de ce mécanisme de coordination. Le cas pratique est utilisé pour démontrer comment les incitatifs peuvent affecter négativement la collaboration s'ils sont mal définis.

Une discussion permet finalement de faire la comparaison entre les facettes théorique et pratique des collaborations interentreprises. Même si la littérature insiste sur les éléments clés comme la confiance et une bonne gestion du changement pour favoriser la réussite de la collaboration, elle ne précise que très rarement comment les entreprises doivent s'y prendre pour y parvenir. De plus, notre analyse confirme que même si des résultats intéressants sont obtenus d'une étude numérique, ils ne reflètent pas toujours ce qui se passe en réalité.

### **Résumé des résultats obtenus**

Les différentes expérimentations réalisées pour identifier l'approche collaborative à mettre en œuvre entre un producteur de pâtes et papiers et son marchand ont permis de dégager quelques constats. Tout d'abord, c'est la méthode CPFR qui génère le plus de profit pour le système. Elle permet non seulement de bien minimiser les coûts de stockage, mais elle contribue également à abaisser significativement le coût de transport. Le VMI occupe la deuxième place, grâce encore une fois à une optimisation efficace du coût de transport. Le réapprovisionnement régulier et la façon de faire plus traditionnelle arrivent au dernier rang.

Lorsque l'analyse porte plutôt sur le profit individuel de chaque acteur et confronte deux méthodes opposées en termes de niveau d'interaction entre les

partenaires, il est alors possible de constater que la façon de faire traditionnelle génère le plus de profit pour le marchand, alors que le CPFR demeure la méthode la plus profitable pour le producteur. Néanmoins, si le producteur accepte de partager une partie des gains de transport générés du CPFR, le marchand obtient alors un profit plus élevé que celui qu'il obtenait avec la façon de faire traditionnelle, et le producteur fait tout de même plus de profit qu'avec la seconde approche. Pour rendre la méthode CPFR la plus profitable pour les deux acteurs, il s'agit donc d'instaurer une technique de répartition des bénéfices qui garantira une relation gagnant-gagnant.

Il est toutefois possible que les partenaires ne désirent pas mettre de l'avant une méthode aussi complexe que le CPFR, puisqu'elle demande beaucoup de temps et d'investissement ainsi qu'une gestion qui est loin d'être négligeable. Dans ce cas, il devient intéressant d'utiliser des incitatifs pour modifier le comportement des partenaires et tendre vers des profits du système plus élevés. Trois types d'incitatif ont donc été développés puis testés : un bonus pour toutes les petites commandes évitées, un partage des économies de transport et l'utilisation d'escomptes de quantité. Lorsque les paramètres de l'incitatif sont bien définis (valeur du bonus, pourcentage des économies partagées, quantité minimum à commander, ...) et adaptés suivant l'évolution de l'environnement, il est alors possible de mieux coordonner les décisions des partenaires et d'obtenir des profits plus élevés à la fois pour le système ainsi que pour chaque acteur.

Les entreprises doivent donc bien connaître leur contexte d'affaires et chercher à mettre en place la stratégie qui répond le mieux à leurs besoins. Des partenaires qui préfèrent éviter d'échanger de l'information et qui veulent se concentrer sur la personnalisation d'un produit ont la possibilité d'opter pour un mode de production sur demande, alors que d'autres qui veulent améliorer le

réapprovisionnement et la qualité des prévisions de demande peuvent tendre vers le CPFR. Il s'agit d'être conscient que chaque méthode entraîne un coût d'implantation (faible à très élevé), de même qu'un temps d'adaptation. Certaines barrières devront par ailleurs être franchies pour parvenir à une mise en œuvre efficace de la méthode. Si une entreprise décide d'utiliser des incitatifs pour mieux accéder à l'information ou observer des actions cachées, elle doit être prête à respecter les décisions du partenaire et à adapter les mesures mises en place selon les changements de l'environnement. Autrement, comme nous l'avons démontré pour notre cas pratique, l'incitatif peut devenir inefficace ou encore affecter négativement le système.

### **Rappel de la contribution**

Nos recherches ont donc contribué à démontrer toute la dynamique des collaborations interentreprises ainsi qu'à bien décrire les mécanismes à déployer pour parvenir à un échange efficace des biens et de l'information. En élaborant des modèles de maximisation des profits qui incluent un ensemble de paramètres et de contraintes opérationnelles, nous avons ainsi pu évaluer l'impact réel de la collaboration sur le mode de planification des partenaires. Nous avons également confronté quatre approches couramment employées par les entreprises et montrer tous les bénéfices qui peuvent être dégagés de leur utilisation pour divers contextes. En mettant au point un mode d'interaction intermédiaire qui amène les partenaires à mieux collaborer grâce à l'utilisation d'incitatifs, nous avons proposé une méthode qui génère davantage de profit que la façon de faire traditionnelle, sans nécessiter un partage d'information stratégique ou encore un coût de mise en œuvre important. Nous avons par ailleurs insisté sur les étapes clés d'implantation de chacune des stratégies, ainsi que sur les barrières à considérer pour éviter un échec de la collaboration. Toute l'expérimentation effectuée a également démontré comment le recours à



des incitatifs peut contribuer à mieux coordonner le système, tout en illustrant la nécessité d'adapter ce mécanisme selon l'environnement étant donné sa nature dynamique. Finalement, l'étude d'un cas pratique a non seulement permis de prendre en compte des contraintes réelles lors de la modélisation et de l'expérimentation, mais elle a également rendu possible la comparaison entre ce qui est discuté dans la littérature et la réalité des entreprises.

### **Les perspectives de recherche**

Tout au long de la recherche, certaines hypothèses ont été posées. Nous avons d'abord choisi de limiter notre étude à deux acteurs, avec demande et source d'approvisionnement externes, plutôt que d'étendre notre analyse à un réseau plus complexe. Puisque les entreprises d'aujourd'hui font affaire avec de nombreux fournisseurs, distributeur et clients, il serait donc intéressant d'explorer le cas d'un réseau multi-échelons. Nous avons ensuite considéré lors de l'expérimentation une demande connue pour un certain nombre de périodes. Cependant, qu'en est-il lorsque la demande est inconnue, est-ce que chaque approche collaborative se comporte de la même façon ou y en a-t-il une plus valable qu'une autre? Ces questions seraient intéressantes à explorer. Nous avons également choisi d'analyser une approche CPFR de type avancée, avec planification centralisée. Nous aurions toutefois pu choisir de traiter l'approche sous une autre forme, telle une planification décentralisée avec collaboration sur une ou plusieurs activités, sachant que différentes configurations du CPFR sont possibles. L'impact de la seconde source d'approvisionnement n'a par ailleurs pas été pris en compte pour cette méthode particulière. Qu'en est-il toutefois lorsque la compétition entre en jeu? Comment le manque d'information quant au prix à payer peut-il perturber toute la dynamique de la collaboration? Ces questions méritent réflexion. Les coûts de transport ont aussi été supposés linéaires, alors qu'avec les économies d'échelle, ils peuvent prendre une forme

beaucoup plus complexe. Une analyse plus poussée du coût de transport pourrait notamment permettre à des méthodes comme le VMI et le CPFR de grandement se démarquer des autres. Également, lorsque nous avons développé des incitatifs, nous avons supposé que les partenaires s'étaient préalablement entendus sur les paramètres à fixer. Mais vont-ils vraiment pouvoir converger vers une seule et même valeur de bonus ou d'escompte? À quelle fréquence doivent-ils revoir la valeur fixée? Doit-elle être ajustée selon la variation du coût de production ou par rapport au prix de vente? Toutes ces interrogations pourraient être analysées plus à fond. Le coût d'implantation de chaque approche n'a par ailleurs pas été pris en compte. Toutefois, est-il possible de rentabiliser l'investissement d'une collaboration? Qu'en est-il lorsqu'on ne choisit pas la bonne approche collaborative à mettre en place, quel est le coût d'un mauvais choix? Il serait donc intéressant d'étudier cette notion plus en profondeur. La programmation linéaire en nombres entiers a été sélectionnée pour traiter des problèmes de plus grande taille que ceux analysés en général à l'aide de la théorie des jeux, mais il existe tout un ensemble d'autres méthodes qui pourraient à coup sûr permettre des analyses intéressantes. Pensons par exemple à l'approche bi-niveaux qui n'est aujourd'hui plus limitée aux problèmes de transport. Bref, le sujet est très riche et plusieurs travaux pourraient sûrement contribuer à bien illustrer la dynamique des relations interentreprises.

## LISTE DES RÉFÉRENCES

Andel, T. (2002). From common to custom: the case for make-to-order. *Material Handling Management*, Novembre 2002, 1-4.

Arshinder, Kanda, A. & Deshmukh, S. G. (2007). Coordination in supply chains: an evaluation using fuzzy logic. *Production Planning & Control*, 18(5), 420-435.

Bagchi, P. K. & Skjoett-Larsen, T. (2005). Supply chain integration: a European survey. *The International Journal of Logistics Management*, 16(2), 275-294.

Ballou, R. H. (2004). *Business logistics/Supply Chain Management* (5<sup>e</sup> édition). New Jersey : Pearson Prentice Hall.

Barratt, M. & Oliveira, A. (2001). Exploring the experience of collaborative planning initiatives. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 31(4), 266-289.

Barratt, M. (2004). Understanding the meaning of collaboration in the supply chain. *Supply Chain Management: An International Journal*, 9(1), 30-42.

Bernstein, F. & Federgruen, A. (2005). Decentralized Supply Chains with Competing Retailers Under Demand Uncertainty. *Management Science*, 50(1). 18-29.

Bertazzi, L., Paletta, G. & Speranza, M. G. (2005). Minimizing the total cost in an integrated vendor-managed inventory system. *Journal of Heuristics*, 11, 393-419.

Bocheng, C., Ip, W. H. & Li, Y. (2007). The study and Application of CPFR Model and Its Analysis in China. *Proceedings of the International Conference on*

Service Systems and Service Management, Troyes (Vol. 1, pp.745-749). Piscataway, NJ : IEEE.

Burer, S., Jones, P. C. & Lowe, T. J. (2008). Coordinating the supply chain in the agricultural seed industry. *European Journal of Operational Research*, 185, 354-377.

Cachon, G. P. & Fisher, M. (2000). Supply chain management and the value of shared information. *Management Science*, 46(8), 1032-1048.

Cachon, G. P. & Lariviere, M.A. (2001). Contracting to Assure Supply: How to Share Demand Forecasts in a Supply Chain. *Management Science*, 47(5), 629-646.

Cachon, G. P. (2003). Supply Chain Coordination with Contracts. In de Kok A. G. & Graves, S. C. (eds.), *Handbooks in operations research and management science*, (Vol. 11, pp. 229-339). Amsterdam : Elsevier.

Cachon, G. P. (2004). The Allocation of Inventory Risk in a Supply Chain: Push, Pull, and Advanced-Purchased Discount Contracts. *Management Science*, 50(2), 222-238.

Cachon, G. P. & Lariviere, M.A. (2005). Supply chain coordination with revenue-sharing contracts: strengths and limitations. *Management Science*, 51(1), 30-44.

Carlsson, D., D'Amours, S., Martel, A. & Rönnqvist, M. (2006). Supply chain management in the pulp and paper industry (DT-2006-AM-3). Québec : Université Laval.

Cederlund, J. P., Kohli, R., Sherer, S. A. & Yao, Y. (2007). How Motorola put CPFR into action. *Supply Chain Management Review*, Octobre 2007, 28-35.

Chauhan, S. S., Martel, A. & D'Amours, S. (2005). Roll Assortment Optimization in a Paper Mill: An Integer Programming Approach (DT-2005-AM-6). Québec : Université Laval.

Chen, F. (2003). Information Sharing and Supply Chain Coordination. In de Kok A. G. & Graves, S. C. (eds.), *Handbooks in operations research and management science*, (Vol. 11, pp. 341-421). Amsterdam : Elsevier.

Chen Fr., Drezner, Z., Ryan, J. K. & Simchi-Levi, D. (2000). Quantifying the Bullwhip Effect in a Simple Supply Chain: The Impact of Forecasting, Lead Times, and Information. *Management Science*, 46(3), 436-443.

Chen, M.-C., Yang, T. & Li, H.-C. (2007). Evaluating the supply chain performance of IT-based inter-enterprise collaboration. *Information & Management*, 44, 524-534.

Chung, W. W. C. & Leung, S. W. F. (2005). Collaborative planning, forecasting and replenishment: a case study in copper clad laminate industry. *Production Planning & Control*, 16(6), 563-574.

Cigolini, R. & Rossi, T. (2006). A note on supply risk and inventory outsourcing. *Production Planning & Control*, 17(4), 424-437.

Corbett, C. J., Decroix, G. A. (2001). Shared-Savings Contracts for Indirect Materials in Supply Chains: Channel Profits and Environmental Impacts. *Management Science*. 47(7). 881-893.

Corbett, C. J., Decroix, G. A. & Ha, A. Y. (2005). Optimal shared-savings contracts in supply chains: Linear contracts and double moral hazard. *European Journal of Operational Research*. 163(3), 653-667.

Danese, P. (2006a). The extended VMI for coordinating the whole supply network. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 17(7), 888-907.

Danese, P. (2006b). Collaboration forms, information and communication technologies, and coordination mechanisms in CPFR. *International Journal of Production Research*, 44(16), 3207-3226.

De Toni, A. F. & Zamolo, E. (2005). From a traditional replenishment system to vendor-managed inventory: A case study from the household electrical appliances sector. *International Journal of Production Economics*, 96, 63-79.

Disney, S. M. & Towill, D. R. (2003). Vendor-managed inventory and bullwhip reduction in a two-level supply chain. *International Journal of Operations & Production Management*, 23(6), 625-651.

Dong, A. H., Wong, W. K., Chan, S. F. & Yeung, P. K. W. (2006). Improve production balance for apparel supply chain adopting VMI replenishment strategy. *Proceedings of the International Conference on Management of Innovation and Technology*, Singapore (Vol. 2, pp. 848-852). Piscataway, NJ : IEEE.

Dudek, G. & Stadtler, H. (2005). Negotiation-based collaborative planning between supply chains partners. *European Journal of Operational Research*, 163, 668-687.

Dudek, G. & Stadtler, H. (2007). Negotiation-based collaborative planning in divergent two-tier supply chains. *International Journal of Production Research*, 45(2), 465-484.

Durand, B. (2007). La dimension stratégique des chaînes logistiques multi-acteurs du commerce électronique B to C. In Paché, G. & Spalanzani, A.

(coordonnateurs), *La Gestion des chaînes logistiques multi-acteurs : perspectives stratégiques* (pp. 185-202), Grenoble : PUG.

Durango-Cohen, E. & Yano, C. A. (2006). Supplier commitment and production decisions under a forecast-commitment contract. *Management Science*, 52(1), 54-67.

Dyer, J. H., Kale, P. & Singh, H. (2001). How to make strategic alliances work. *MIT Sloan Management Review*, Été 2001, 37-43.

Fliedner, G. (2003). CPFR: an emerging supply chain tool. *Industrial Management & Data Systems*, 103(1), 14-21.

Frayret, J.-M. (2002). A conceptual framework to operate collaborative manufacturing networks. Ph.D., Université Laval, Québec, Canada.

Fry, M. J., Kapuscinski, R. & Lennon Olsen, T. (2001). Coordinating production and delivery under a (z,Z)-type vendor-managed inventory contract. *Manufacturing & Service Operations Management*, 3(2), 151-173.

Giannoccaro, I. & Pontrandolfo, P. (2004). Supply chain coordination by revenue sharing contracts. *International Journal of Production Economics*, 89, 131-139.

Gonzalez, M. (2001). Strategic alliances, the right way to compete in the 21st century. *Ivey Business Journal*, Septembre/Octobre, 47-51.

Holweg, M., Disney, S., Holmström, J. & Småros J. (2005). Supply Chain Collaboration: Making Sense of the Strategy Continuum. *European Management Journal*, 23(2), 170-181.

Hu L.-y., Chunyu, Y.-q. & Jiang, Z.-s. (2007). Research on the coordination mechanism model of the three-level supply chain. *Proceedings of the 14<sup>th</sup>*

International Conference on Management Science & Engineering, Harbin (pp. 734-739). Piscataway, NJ : IEEE.

Jabiri, A., D'Amours, S., Montreuil, B. & Frayret J.-Y. (2002). Exploring the potential of new collaborative procurement trends. International Purchasing & Supply Education & Research Association, Enschede : University of Twente.

Jung, H., Jeong, B. & Lee, C.-G. (2008). An order quantity negotiation model for distributor-driven supply chains. International Journal of Production Economics, 111, 147-158.

Krishnan, H., Kapuscinski, R. & Butz, D. A. (2004). Coordinating Contracts for Decentralized Supply Chains with Retailer Promotional Effort. Management Science, 50(1), 48-63.

Kurnia, S. & Johnston, R. B. (2001). Adoption of efficient consumer response: the issue of mutuality. Supply Chain Management: An International Journal, 6(5), 230-241.

Kurnia, S., Johnston, R. B. & Dare, A. (2006). The mediating roles of third party organizations in ECR adoption. Proceedings of the 39<sup>th</sup> Hawaii International Conference on System Sciences, Kauai (Vol. 6). Piscataway, NJ : IEEE.

Lee, H. L., Padmanabhan, V. & Whang, S. (1997). Information Distortion in Supply Chain: the Bullwhip Effect. Management Science, 43(4), 546-558.

Lehoux, N. (2004). Architecture organisationnelle et technologique d'une relation coopérative entre manufacturiers et distributeurs : une application à l'industrie alimentaire. M.Sc., Université Laval, Québec, Canada.

Lehoux, N., D'Amours, S. & Langevin, A. (2007). Collaboration and decision models for a two-echelon supply chain: a case study in the pulp and paper



industry. Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Systems Management, Beijing, Chine.

Liu, D, Roberto Boër, C., Sacco, M. & Fornasiero, R. (2006). A networked engineering portal to support distributed supply chain partnership. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 19(2), 91-103.

Martel, A. (2000). Conception et gestion de chaînes logistiques. Département Opérations et Systèmes de Décision, Université Laval.

Mejías-Sacaluga, A. & Prado-Prado, J. C. (2003). Implementing buyer-supplier partnerships in retailing channels through continuous improvement. *International Journal of Services Technology and Management*, 4(2), 181-193.

Min, H. & Yu, W.-B. (2008). Collaborative planning, forecasting and replenishment: demand planning in supply chain management. *International Journal of Information Technology and Management*, 7(1), 4-20.

Moyaux, T. (2004). Design, simulation and analysis of collaboration strategies in multi-agents systems: the case of supply chain management. Ph. D., Université Laval, Québec, Canada.

Munson, C. L. & Rosenblatt, M. J. (2001). Coordinating three-level supply chain with quantity discount. *IIE Transactions*, 33(5), 371-385.

Narayanan, V. G. & Raman, A. (2004). Aligning incentives in Supply Chains. *Harvard Business Review*, Novembre 2004, 94-103.

O'Marah, K. (2007). The top 25 supply chains. *Supply Chain Management Review*, Septembre 2007, 16-22.

Paché, G. & Paraponari, C. (2006). L'entreprise en réseau : Approches inter et intra-organisationnelles. Éditions de l'ADREG. Consulté le 14 août 2008, tiré de <http://www.editions-adreg.net>.

Paul, A. & Bose, I. (2004). Demand variability and incentives in inventory-based contracts. *Operations Research Letters*, 32, 409-414.

Pietras, T. & Stormer, C. (2001). Making strategic alliances work. *Business&Economic Review*, Juillet-Septembre 2001, 9-12.

Poulin, D., Montreuil, B. & Gauvin, S. (1994). L'entreprise réseau : Bâtir aujourd'hui l'organisation de demain. Montréal : Publi-Relais.

Quélin, B. (2002). Les frontières de la firme. Paris : Economica.

Rajagopalan, S. (2002). Make to Order or Make to Stock: Model and Application. *Management Science*, 48(2), 241-256.

Ressources Naturelles Canada. Examen annuel et perspectives économiques de l'industrie forestière canadienne. Consulté le 13 août 2008, tiré de <http://scf.rncan.gc.ca>.

Rizk, N., Martel, A. & D'Amours, S. (2005). Synchronized production-distribution planning in a single-plant multi-destination network (DT-2005-AM-2). Québec : Université Laval.

Schneeweiss, C. & Zimmer, K. (2004). Hierarchical coordination within the supply chain. *European Journal of Operational Research*, 153, 687-703.

Serel, D. A., Maqbool, D. & Moskowitz, H. (2001). Sourcing decisions with capacity reservation contracts. *European Journal of Operational Research*, 131, 635-648.

Shen H. & Pang, Z. (2004). Supply chain coordination via capacity options with uncertain demand and supply. *Proceedings of the International Conference on Systems, Man and Cybernetics, The Hague* (Vol. 7, pp. 5597-6002). New York : IEEE.

Simatupang, T. M. & Sridharan, R. (2002). The collaborative supply chain. *International Journal of Logistics Management*, 13(1), 15-30.

Simchi-Levi, D., Kaminsky, P. & Simchi-Levi, E. (1999). *Designing and Managing the Supply Chain: Concepts, Strategies, and Cases* (1<sup>e</sup> édition). New York : McGraw-Hill/Irwin.

Sirias, D. & Mehra, S. (2005). Quantity discount versus lead time-dependent discount in a inter-organizational supply chain. *International Journal of Production Research*, 43(16), 3481-3496

Spalanzani, A. & Evrard Samuel, K. (2007). L'absorption de l'incertitude dans la chaîne logistique : passé, présent et futurs. In Paché, G. & Spalanzani, A. (coordonnateurs), *La Gestion des chaînes logistiques multi-acteurs : perspectives stratégiques* (pp. 45-66), Grenoble : PUG.

Spekman, R. E., Kamauff Jr, J. W. & Myhr, N. (1998). An empirical investigation into supply chain management-A perspective on partnerships. *International Journal of Physical Distribution & Logistics*, 28(8), 630-650.

Stank, T. P., Keller, S. B. & Daugherty, P. J. (2001). Supply chain collaboration and logistical service performance. *Journal of Business Logistics*, 22(1), 29-48.

Steermann, H. (2003). A practical look at CPFR: The Sears-Michelin Experience. *Supply Chain Management Review*, Juillet 2003, 46-53.

Thron, T., Nagy, G. & Wassen, N. (2005). The impact of various delivery prioritization strategies in heterogeneous supply chain environments. Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Industrial Simulation Conference, Berlin (pp. 262-268). Ghent : Eurosis-ETI.

Tsay, A. A. (1999). The Quantity Flexibility Contract and Supplier-Customer Incentives. *Management Science*, 45(10), 1339-1358.

Urban, T. L. (2007). The effect of margin guarantees on pricing and production. *International Journal Manufacturing Technology and Management*, 12 (4), 314-326.

van der Vlist, P. (2007). Synchronizing the Retail Supply Chain. Ph.D., Erasmus University Rotterdam, Rotterdam, Pays-Bas.

Voluntary Interindustry Commerce Solutions. CPFR Guidelines. Consulté le 14 juillet 2008, tiré de <http://www.vics.org/home>.

Wang, Y., Jiang, L. & Shen, Z.-J. (2004). Channel performance under consignment contract with revenue sharing. *Management Science*, 50(1), 34-47.

Weng, Z. K. (1997). Pricing and Ordering strategies in manufacturing and distribution alliances. *IIE Transactions*, 29, 681-692.

Weng, Z. K. & McClurg, T. (2003). Coordinated ordering decisions for short life cycle products with uncertainty in delivery time and demand. *European Journal of Operational Research*, 151, 12-24.

Weng, Z. K. (2004). Coordinating order quantities between the manufacturer and the buyer: A generalized newsvendor model. *European Journal of Operational research*, 156, 148-161.

Williamson, O. (1985). The economic institutions of capitalism: firms, market, relational contracting. New York : The Free Press.

Wu, J. (2005). Quantity flexibility contracts under Bayesian updating. Computers & Operations Research, 32, 1267-1288.

Xu, X.-s. & Weng, M. (2007). Quantity flexibility contract design in supply chain under adverse selection. Proceedings of the 14<sup>th</sup> International Conference on Management Science & Engineering, Harbin (pp. 639-644). Piscataway, NJ : IEEE.

Yao, Y., Evers, P. T. & Dresner, M. E. (2007). Supply chain integration in vendor-managed inventory. Decision Support Systems, 43, 663-674.

Zhang, C., Tan, G.-W., Robb, D. J. & Zheng, X. (2006). Sharing shipment quantity information in the supply chain. The International Journal of Management Science (Omega), 34, 427-438.

Zhang, Q. & Da, Q. (2004). Vendor managed inventory and bullwhip effect. Journal of Southeast University, 20(1), 108-112.

Zhu, B.-l., YU, H.-b. & Huang, X.-y. (2007). Integrated production planning and method for supply chain. Proceedings of the International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, Shanghai (pp. 4709-4712). Piscataway, NJ : IEEE.